



# Gli impianti di ventilazione meccanica controllata in ambiente residenziale e negli edifici pubblici

Ing. Stefania Garuti – Product Manager VMC e RHC  
Zehnder Group Italia

Webinar O.I.B.A - 01 Aprile 2021

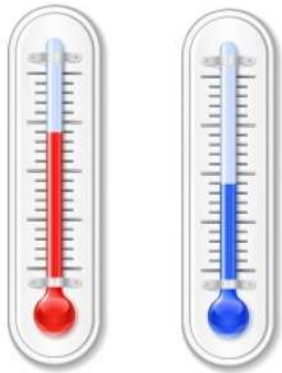
**zehnder**  
always the  
best climate

## Perché installare un impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore?



# Comfort indoor: definizione

Si definisce «*comfort ambientale*» di un individuo inserito nell'ambiente quella particolare condizione di benessere determinata da vari fattori



**Benessere termico**



**Benessere luminoso**



**Benessere olfattivo/respiratorio**

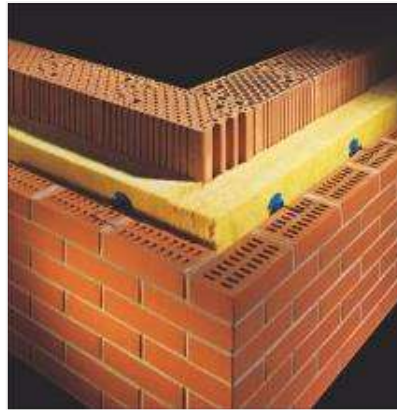


**Benessere igrometrico**



**Benessere acustico**

# Le conseguenze del cambiamento: ERMETICITÀ



Superfici trasparenti efficienti

Cappotto/ isolamento termico

Tenuta all'aria



Sia in edifici di nuova costruzione che in ristrutturazioni più o meno importanti

# Dentro l'involucro rimangono le abitudini...

Fattori che influenzano la qualità dell'aria interna:  
alcuni percepibili ed altri no! Ad esempio gli allergeni, la CO<sub>2</sub>,  
il gas Radon..



**Deodoranti per la casa**



**Detergenti**



**Sostanze tossiche**



**Accumulo CO<sub>2</sub>**



**Asciugatura panni**



**Cottura cibi**



**Igiene personale**

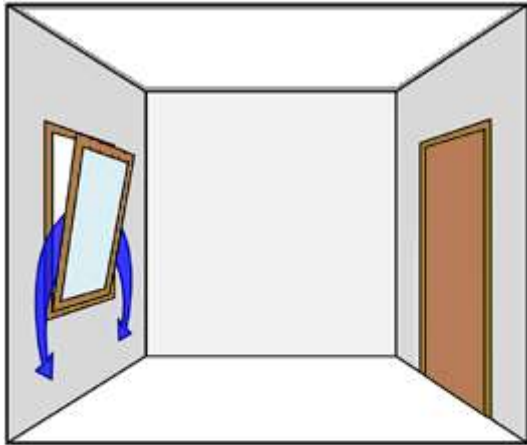


**Muffa**

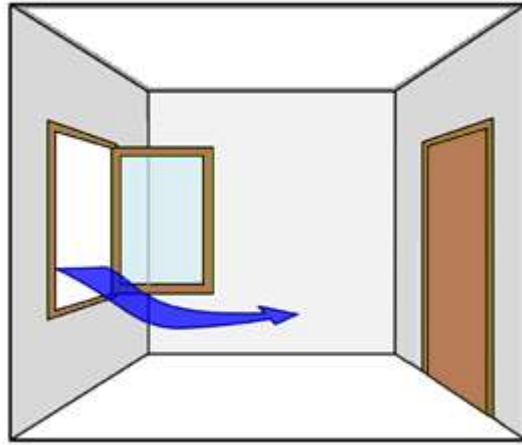


# Come ricambiamo l'aria?

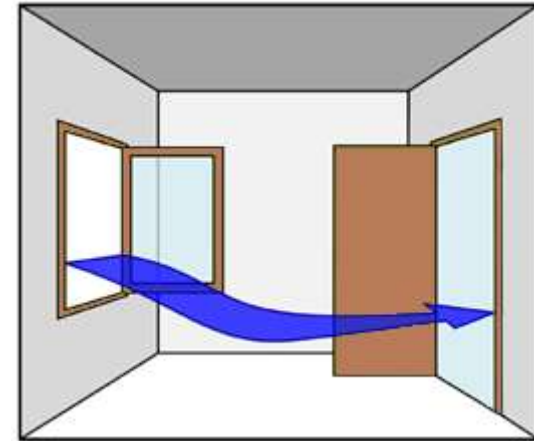
Aprendo le finestre come si ottiene un ricambio di 0,5 vol/h



Apertura a vasistas dalle 2 alle 4 volte al giorno per 30 minuti



Apertura ad anta dalle 2 alle 4 volte al giorno per 5-10 minuti

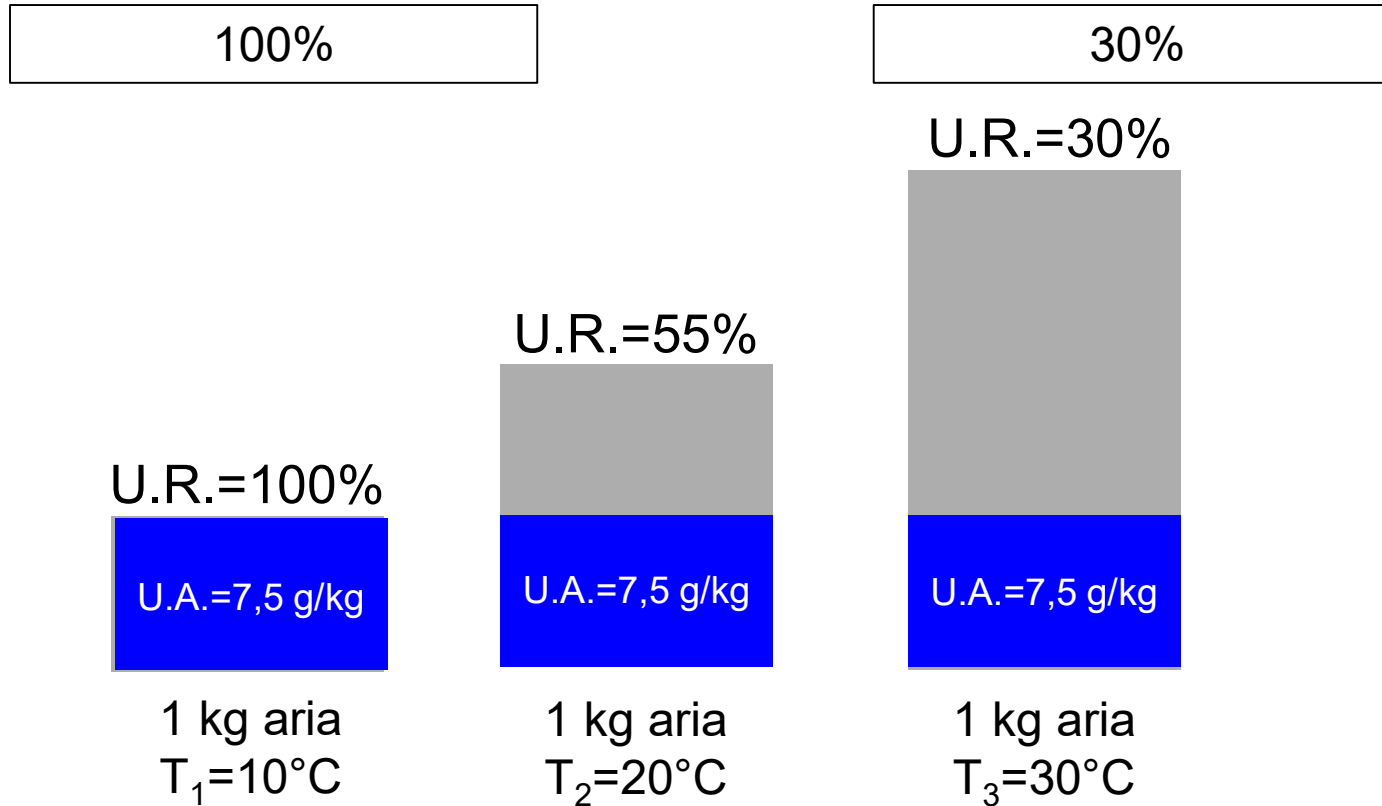


Apertura ad anta con corrente d'aria dalle 2 alle 4 volte al giorno per 5-10 minuti

Con grande impegno da parte dell'utente  
.... e grande dispendio di energia

# L'umidità: quando è "troppo umido"?

Quale delle due situazioni presenta l'umidità più elevata?

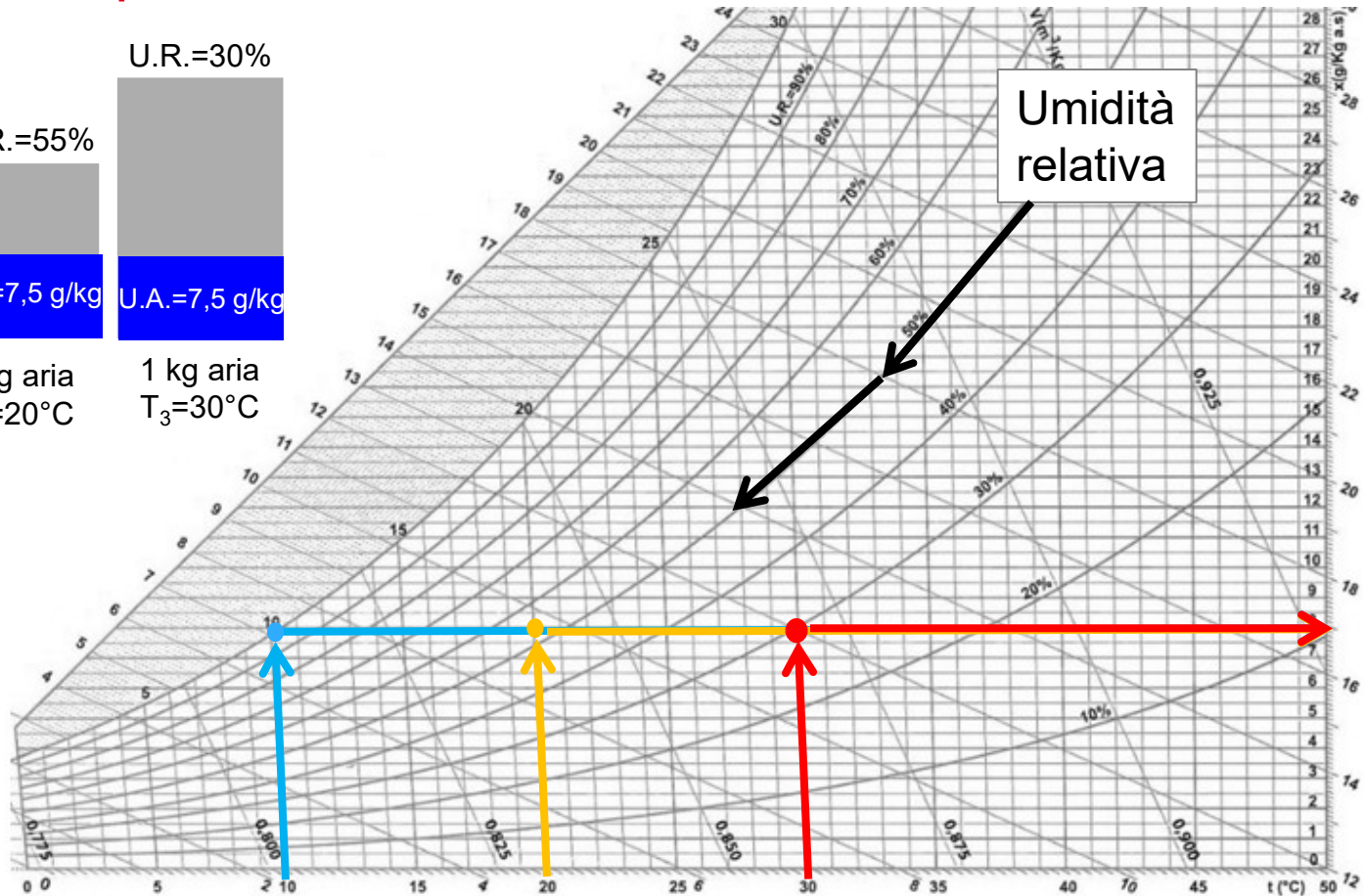


Al variare della temperatura la percentuale di umidità relativa varia nonostante il contenuto di vapore acqueo sia il medesimo: l'umidità assoluta è la stessa!

# Influenza del ricambio d'aria sull'umidità interna

## Diagramma psicrometrico

U.R.	U.A.	T
U.R.=100%	U.A.=7,5 g/kg	1 kg aria $T_1=10^\circ\text{C}$
U.R.=55%	U.A.=7,5 g/kg	1 kg aria $T_2=20^\circ\text{C}$
U.R.=30%	U.A.=7,5 g/kg	1 kg aria $T_3=30^\circ\text{C}$



Temperatura →

Umidità assoluta ↑



# Influenza del ricambio d'aria sull'umidità interna

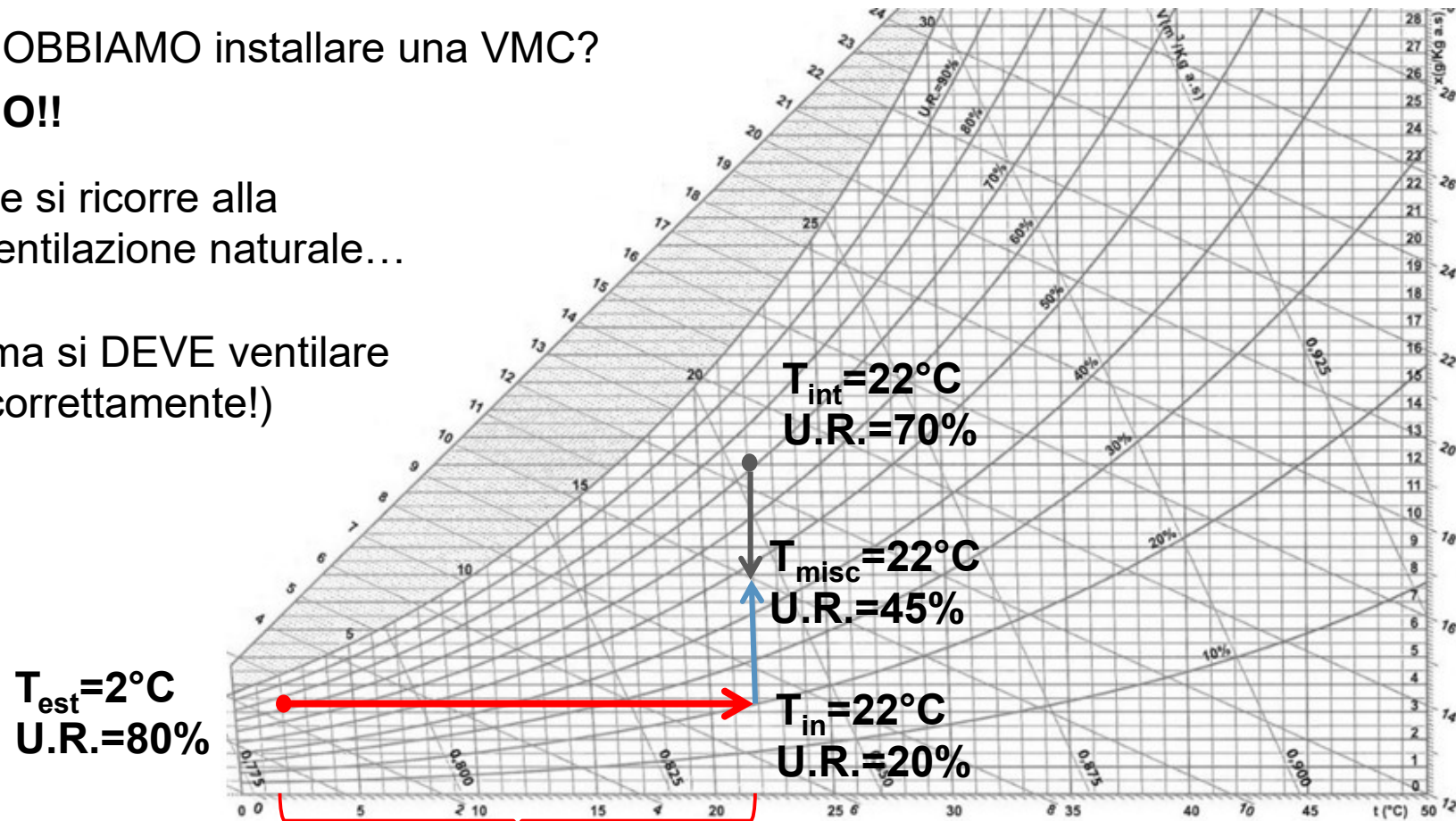
## Diagramma psicrometrico

DOBBIAMO installare una VMC?

**NO!!**

Se si ricorre alla ventilazione naturale...

(ma si DEVE ventilare correttamente!)



Costo energetico  $Q_v$  con ventilazione naturale

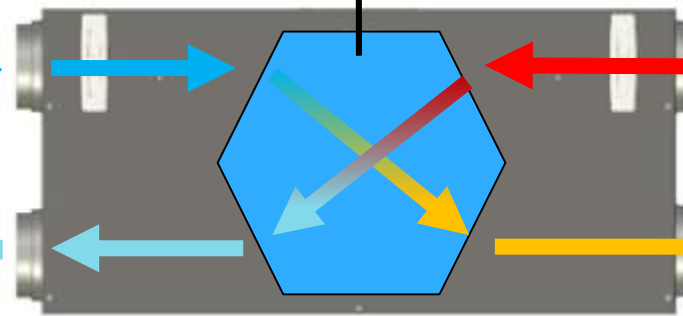
# Come ricambiamo l'aria?

Con un impianto di ventilazione meccanica controllata

Aria di rinnovo (-5°C)



Recuperatore di calore



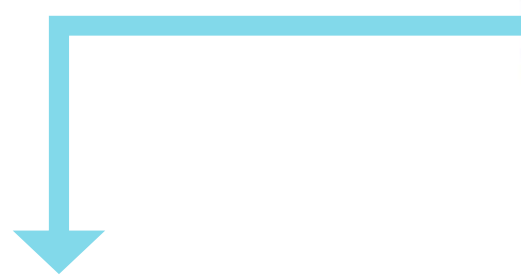
Aria ripresa (+20°C)



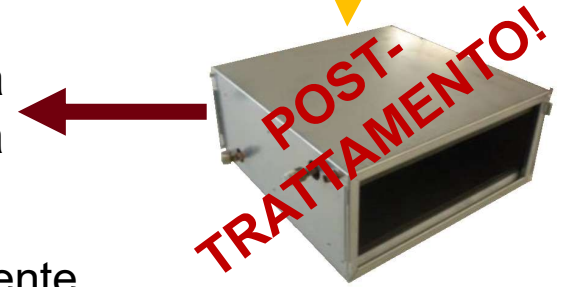
Aria immessa (+ 18°C)



Aria espulsa (-3°C)



Aria immessa alla temperatura voluta



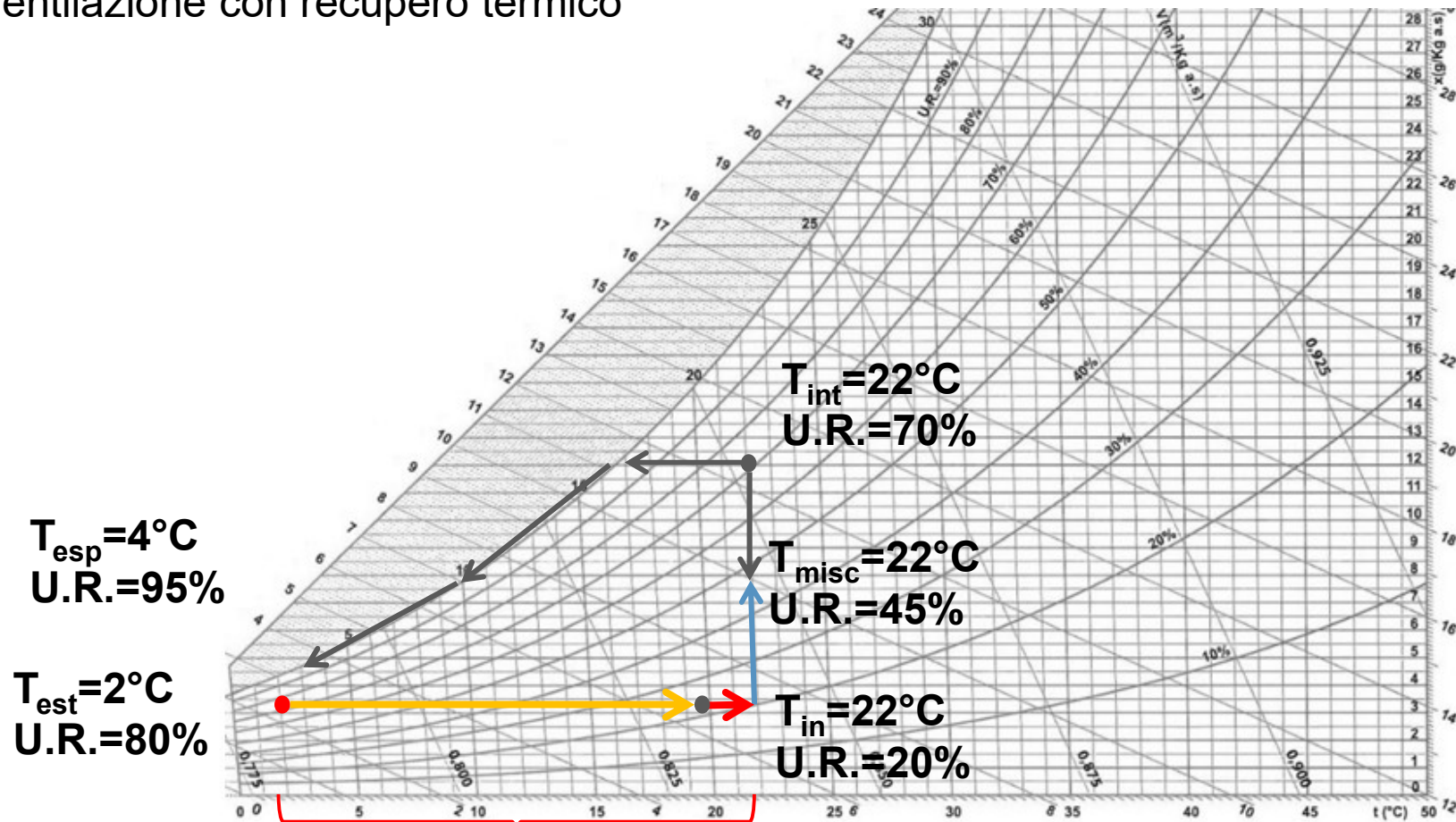
POST-TRATTAMENTO!

zehnder

Con NESSUN impegno da parte dell'utente  
.... e risparmio di energia

# Perché risparmiamo con il recupero di calore?

Ventilazione con recupero termico



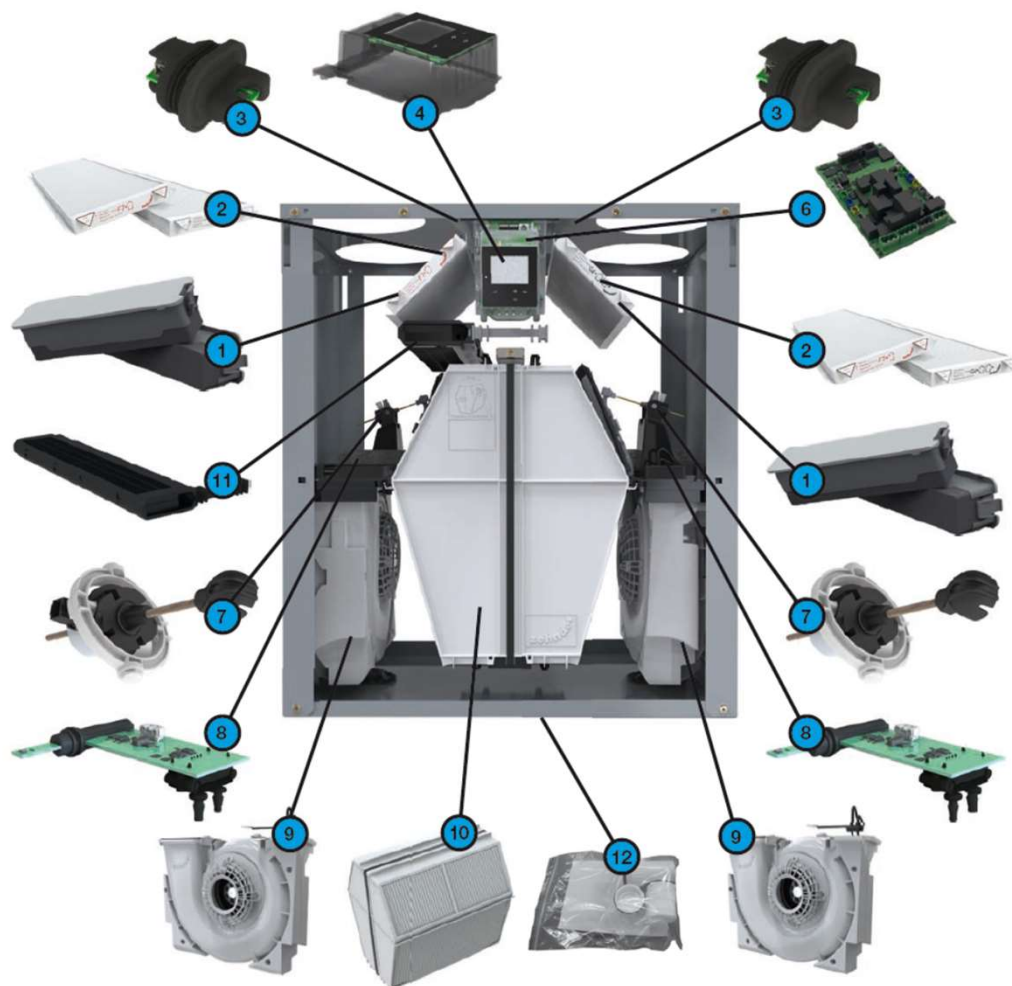
Costo energetico  $Q_v$  con VMC

Costo energetico  $Q_v$  con ventilazione naturale

# Come è fatta un'unità di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore?



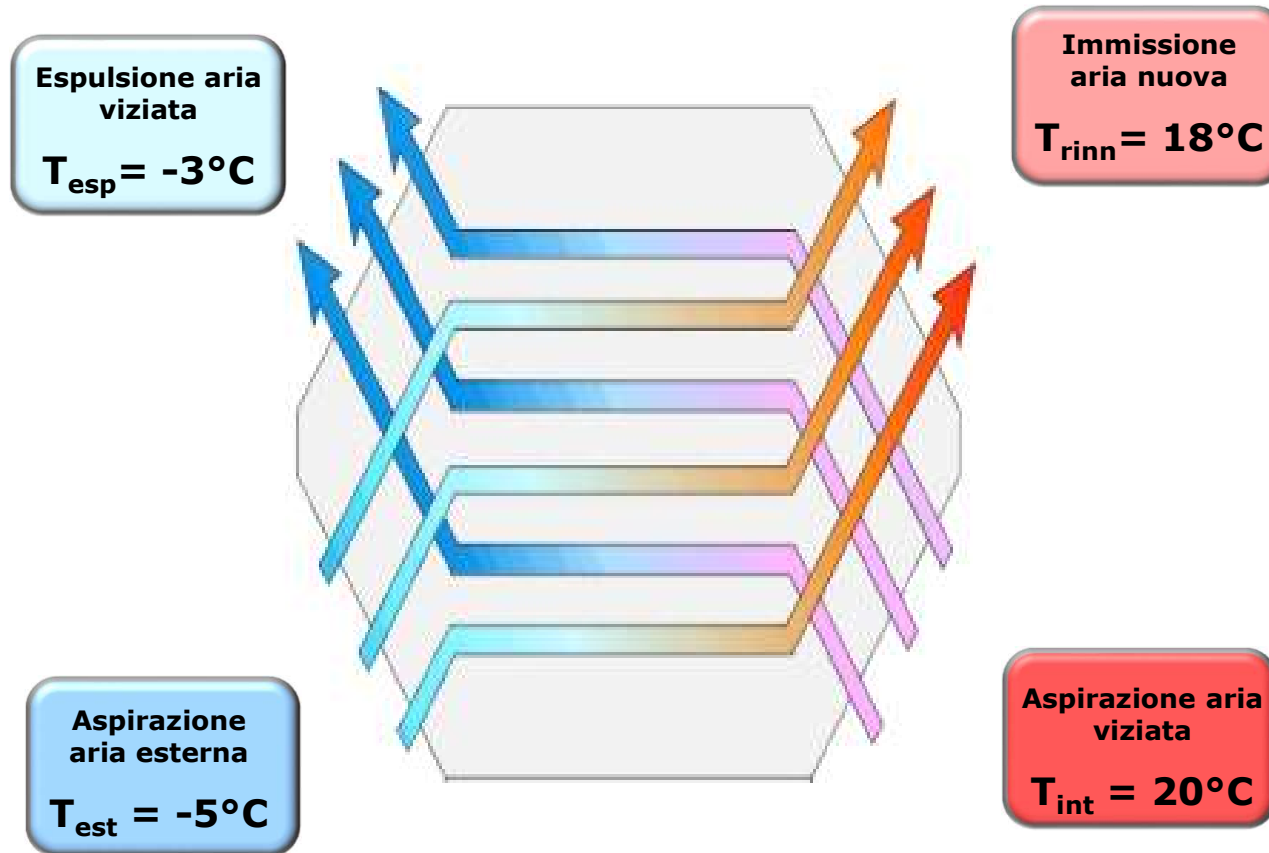
# Le componenti dell'unità di ventilazione meccanica controllata



Posizione	Componente
1	Set tappi filtro (2x)
2	Set filtro G4/F7 (1x/1x)
3	Sensore sezione superiore
4	Display
6	Scheda madre
7	Attuatore del bypass modulante
8	Sensore sezione centrale
9	Ventilatore
10	Scambiatore di calore Scambiatore entalpico
11	Preriscaldatore
12	Set scarico

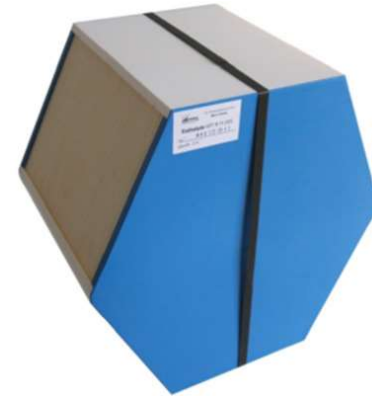
# Lo scambiatore di calore HRV

La VMC equalizza e distribuisce gli apporti termici gratuiti con **SCAMBIATORE SENSIBILE** (agisce solo sulla temperatura)



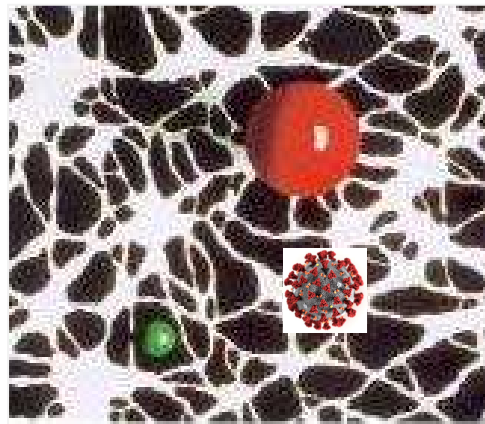
# Lo scambiatore di calore ERV

La VMC equalizza e distribuisce gli apporti termici gratuiti con **SCAMBIATORE ENTALPICO** (agisce su temperatura **E** umidità)



- Non richiede scarico condensa
- Ideale per ambienti indoor particolarmente secchi
- Ideale per climi molto freddi
- **Ideale per uso estivo**
- Lavabile

Goccia d'acqua



Vapor acqueo



**CERTIFICATE**  
 Certified Passive House Component  
 Component-ID 0956vs03 valid until 31st December 2016

Passive House Institute  
 Dr. Wolfgang Feist  
 64283 Darmstadt  
 Germany

**CERTIFICATE**  
 Certified Passive House Component  
 Component-ID 1006vs03 valid until 31st December 2016

Passive House Institute  
 Dr. Wolfgang Feist  
 64283 Darmstadt  
 Germany

Category: Air handling unit  
 Manufacturer: Zehnder Group N  
 Netherlands  
 Product name: ComfoAir Q350 D

Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative

This certificate was awarded based on meeting the following main criteria

Heat recovery rate  $\eta_{HR} \geq 86\%$   
 Specific electric power  $P_{el,spec} \leq 0.22 \text{ Wh/m}^3$   
 Leakage < 3%

Comfort: Supply air temperature at outdoor air temperature  $\geq 16.5^\circ\text{C}$  at outdoor air temperature  $-10^\circ\text{C}$

■ Due to the frost protection strategy at outdoor air temperature of  $-15^\circ\text{C}$  the air flow rate is reduced to about 220 m<sup>3</sup>/h.

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

cool, temperate climate

**CERTIFIED COMPONENT**  
 Passive House Institute

**CERTIFICATE**  
 Certified Passive House Component  
 Component-ID 1439vs05 valid until 31st December 2019

Passive House Institute  
 Dr. Wolfgang Feist  
 64283 Darmstadt  
 Germany

**CERTIFICATE**  
 Certified Passive House Component  
 Component-ID 1438vs05 valid until 31st December 2019

Passive House Institute  
 Dr. Wolfgang Feist  
 64283 Darmstadt  
 Germany

Category: Air handling unit with heat recovery  
 Manufacturer: Zehnder Group Zwce  
 Netherlands  
 Product name: ComfoAir Q350 HRV

Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative

This certificate was awarded based on meeting the following main criteria

Cooling recovery  $\eta_{HR} \geq 70\%$   
 Specific electric power  $P_{el,spec} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$   
 Leakage < 3%

Category: Air handling unit with heat recovery  
 Manufacturer: Zehnder Group Zwolle B.V.  
 Netherlands  
 Product name: ComfoAir Q350 ERV

Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative with humidity recovery

This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria

Cooling recovery  $\eta_{HR} \geq 70\%$   
 Specific electric power  $P_{el,spec} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$   
 Leakage < 3%

Humidity recovery  $\eta_x = 75\%$

■ At an airflow of 98 m<sup>3</sup>/h, a heat recovery of  $\eta_{HR} = 91\%$  is reached.  
 ■ Due to the frost protection strategy at outdoor temperatures of  $-15^\circ\text{C}$  the air flow rate is reduced to about 220 m<sup>3</sup>/h.

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

very hot climate

**CERTIFIED COMPONENT**  
 Passive House Institute

Sappiamo esattamente come si comporta lo scambiatore in inverno...

... e in estate?

zehnder



# ComfoAir Q 350 HRV




Category: **Air handling unit with heat recovery**  
 Manufacturer: **Zehnder Group Nederland B.V. Netherlands**  
 Product name: **ComfoAir Q350 D TR**

Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative

**This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria**

Heat recovery rate	$\eta_{HR}$	$\geq 75\%$
Specific electric power	$P_{el,spec}$	$\leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$
Leakage		$< 3\%$

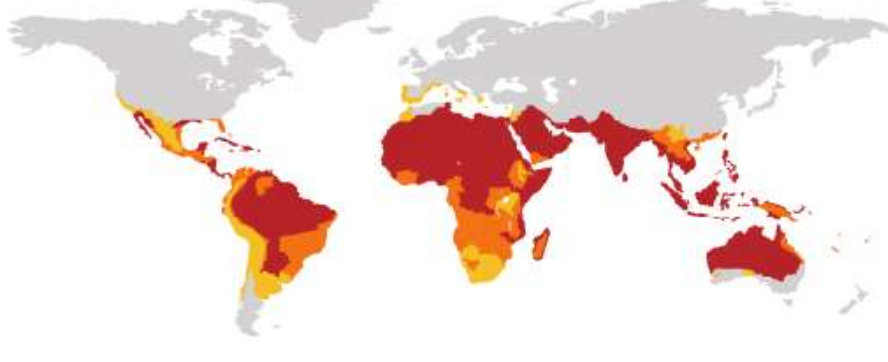
Comfort: Supply air temperature  $\geq 16.5^\circ\text{C}$  at outdoor air temperature  $-10^\circ\text{C}$

Airflow range
70–270 m <sup>3</sup> /h
Heat recovery rate
$\eta_{HR} = 90\%$
Specific electric power
$P_{el,spec} = 0.24 \text{ Wh/m}^3$

■ Due to the frost protection strategy at outdoor temperatures of  $-15^\circ\text{C}$  the air flow rate is reduced to about 200 m<sup>3</sup>/h.



[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)




Category: **Air handling unit with heat recovery**  
 Manufacturer: **Zehnder Group Zwolle B.V. Netherlands**  
 Product name: **ComfoAir Q350 HRV**

Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative

**This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria**



Cooling recovery	$\eta_{HR,C}$	$\geq 70\%$
Specific electric power	$P_{el,spec}$	$\leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$
Leakage		$< 3\%$

Airflow range
71-270 m <sup>3</sup> /h
Cooling recovery
$\eta_{HR,C} = 87\%$
Specific electric power
$P_{el,spec} = 0.22 \text{ Wh/m}^3$



[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

# ComfoAir Q 350 ERV

Category: **Air handling unit with heat recovery**  
 Manufacturer: **Zehnder Group Nederland B.V. Netherlands**  
 Product name: **ComfoAir Q350 ERV, Comfort Vent Q350 ERV**

Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative


**This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria**

Heat recovery rate	$\eta_{HR} \geq 75\%$
Specific electric power	$P_{el,spec} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$
Leakage	< 3%

Comfort: Supply air temperature  $\geq 16.5^\circ\text{C}$  at outdoor air temperature  $-10^\circ\text{C}$

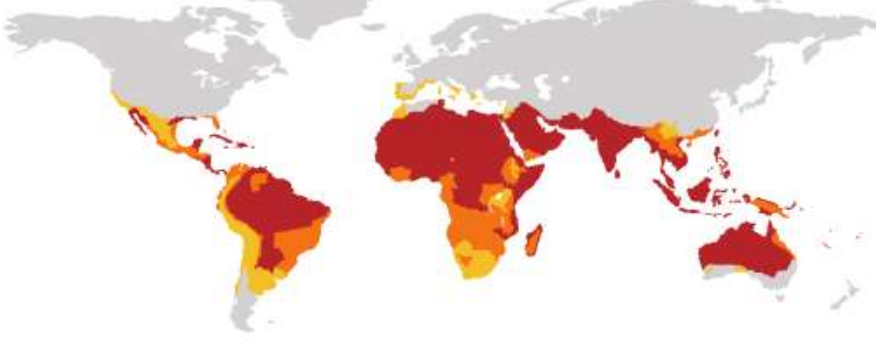
<b>Airflow range</b>	70–270 m <sup>3</sup> /h
<b>Heat recovery rate</b>	$\eta_{HR} = 86\%$
<b>Specific electric power</b>	$P_{el,spec} = 0.22 \text{ Wh/m}^3$
<b>Humidity recovery</b>	$\eta_x = 73\%$

■ At an airflow of 88 m<sup>3</sup>/h, a heat recovery of  $\eta_{HR} = 91\%$  is reached.  
 ■ Due to the frost protection strategy at outdoor temperatures of  $-15^\circ\text{C}$  the air flow rate is reduced to about 220 m<sup>3</sup>/h.



**CERTIFIED COMPONENT**  
Passive House Institute

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)



Category: **Air handling unit with heat recovery**  
 Manufacturer: **Zehnder Group Zwolle B.V. Netherlands**  
 Product name: **ComfoAir Q350 ERV**


Specification: Airflow rate < 600 m<sup>3</sup>/h  
 Heat exchanger: Recuperative with humidity recovery

**This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria**

Cooling recovery	$\eta_{HR} \geq 70\%$
Specific electric power	$P_{el,spec} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$
Leakage	< 3%

Comfort: Supply air temperature  $\geq 16.5^\circ\text{C}$  at outdoor air temperature  $-10^\circ\text{C}$

<b>Airflow range</b>	71–262 m <sup>3</sup> /h
<b>Cooling recovery</b>	$\eta_{HR,C} = 81\%$
<b>Specific electric power</b>	$P_{el,spec} = 0.21 \text{ Wh/m}^3$
<b>Humidity recovery</b>	$\eta_x = 75\%$

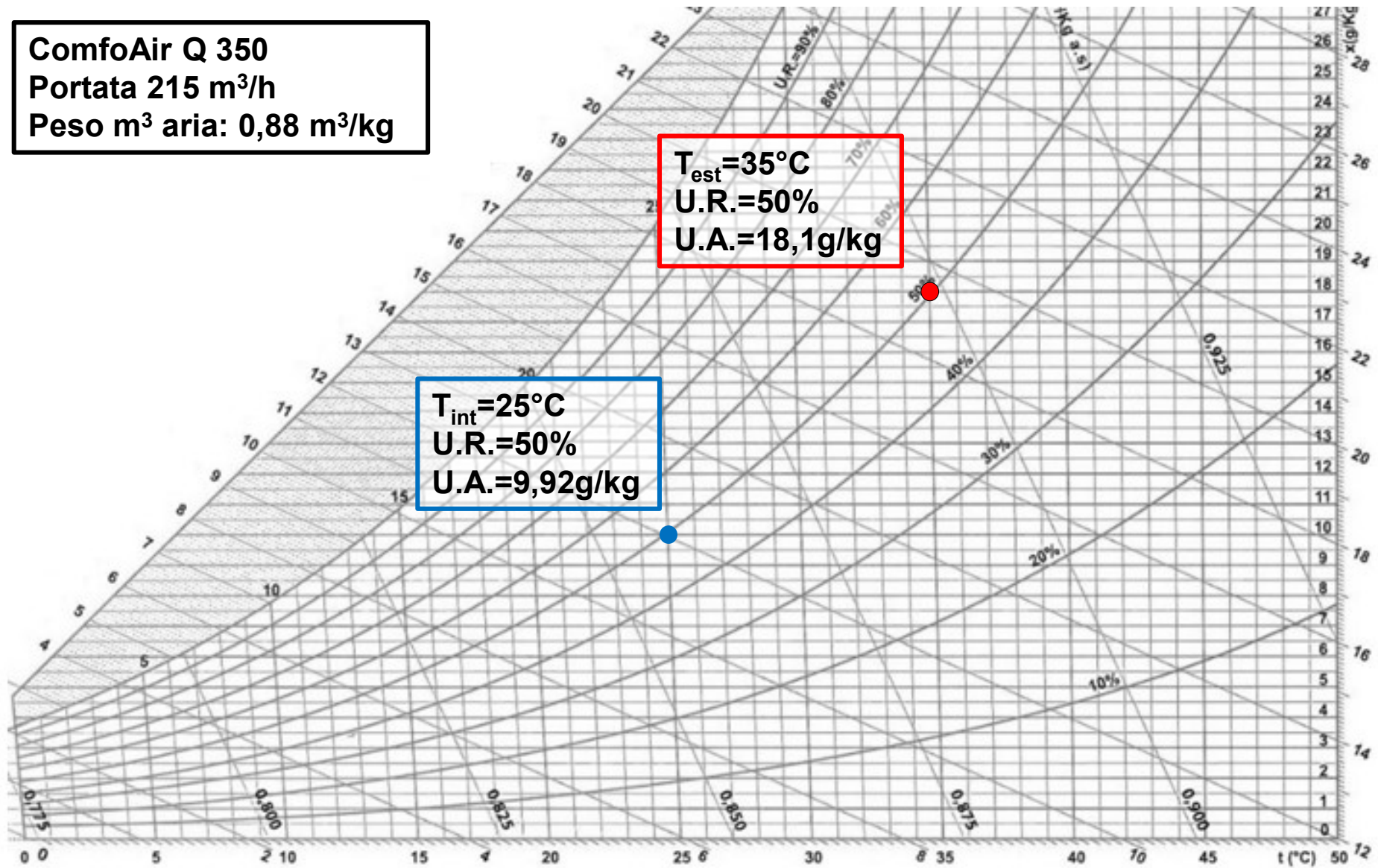


**CERTIFIED COMPONENT**  
Passive House Institute

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

# Il punto di partenza

**ComfoAir Q 350**  
**Portata 215 m<sup>3</sup>/h**  
**Peso m<sup>3</sup> aria: 0,88 m<sup>3</sup>/kg**



**T<sub>est</sub> = 35°C**  
**U.R. = 50%**  
**U.A. = 18,1g/kg**

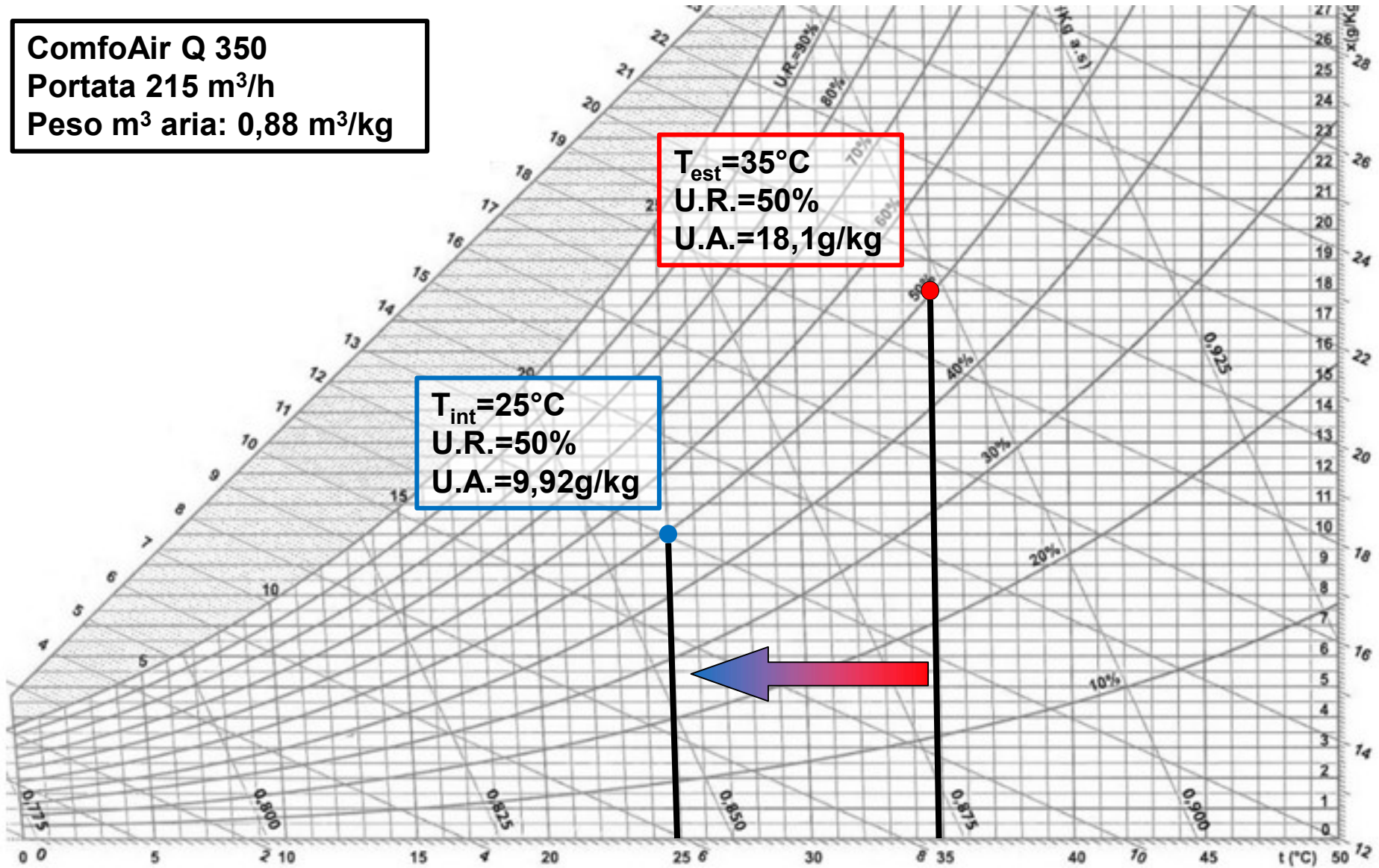
**T<sub>int</sub> = 25°C**  
**U.R. = 50%**  
**U.A. = 9,92g/kg**

# Come avviene lo scambio sensibile?

**ComfoAir Q 350**  
**Portata 215 m<sup>3</sup>/h**  
**Peso m<sup>3</sup> aria: 0,88 m<sup>3</sup>/kg**

**T<sub>est</sub> = 35°C**  
**U.R. = 50%**  
**U.A. = 18,1g/kg**

**T<sub>int</sub> = 25°C**  
**U.R. = 50%**  
**U.A. = 9,92g/kg**

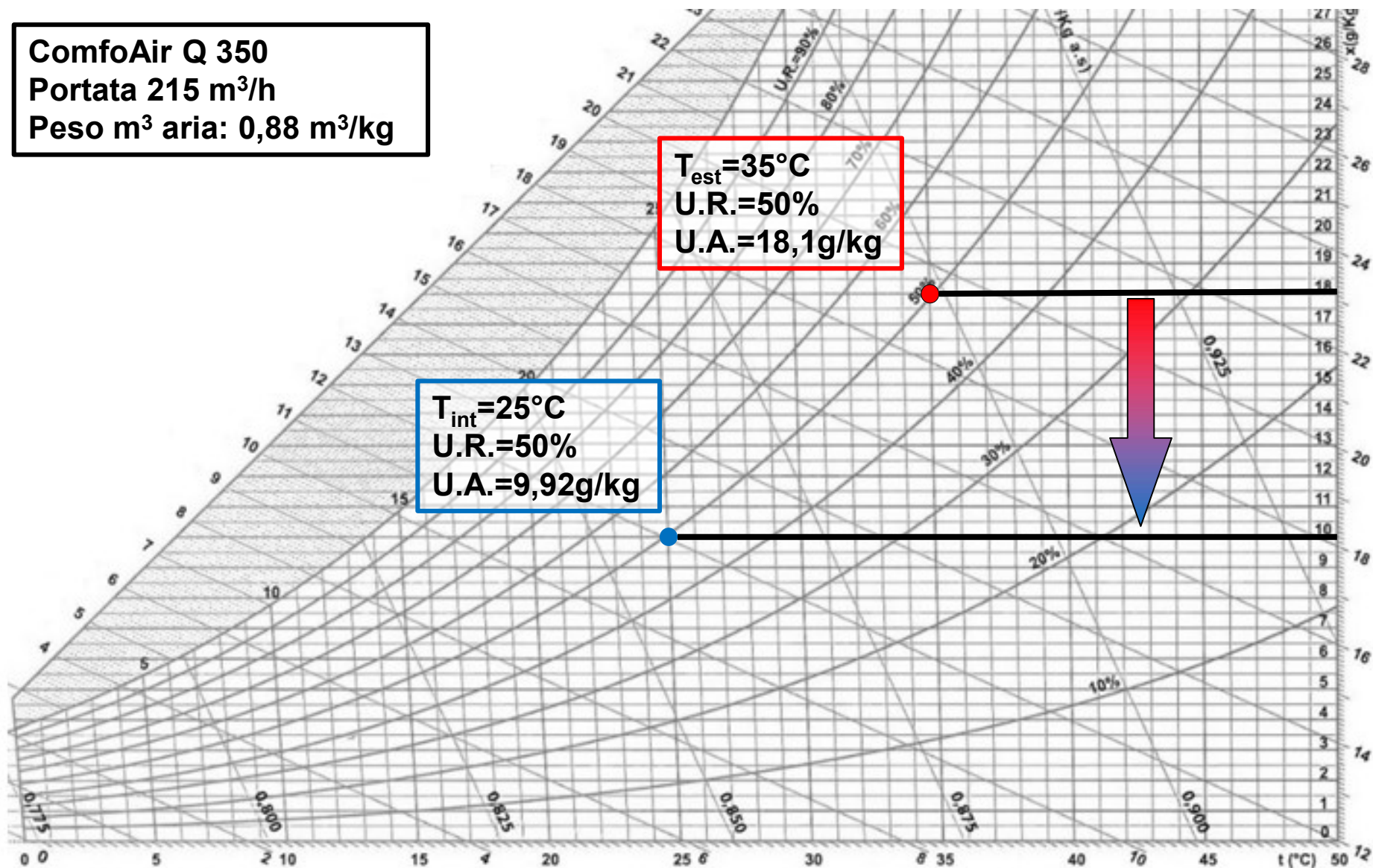


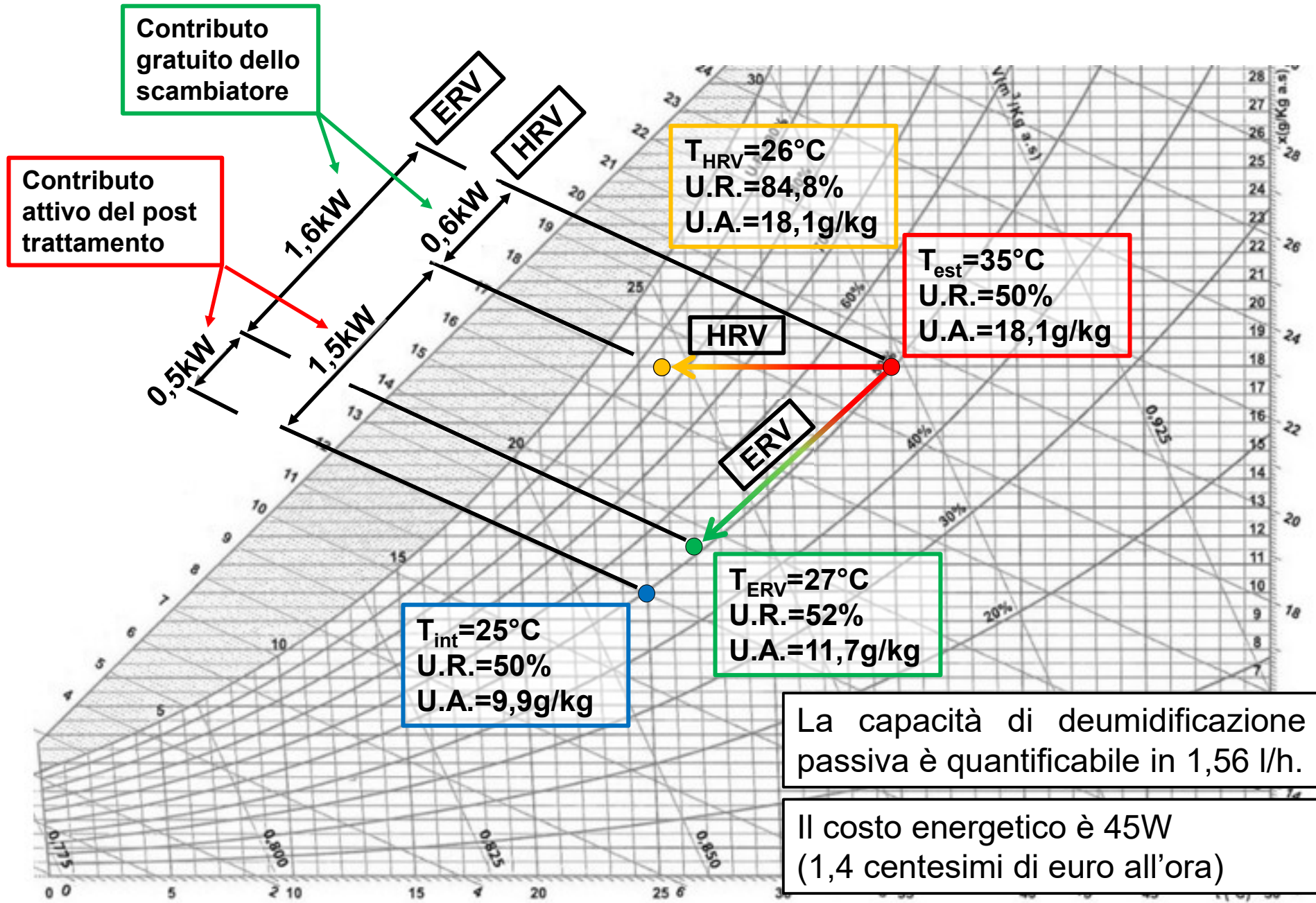
# Come avviene lo scambio latente?

ComfoAir Q 350  
Portata 215 m<sup>3</sup>/h  
Peso m<sup>3</sup> aria: 0,88 m<sup>3</sup>/kg

$T_{est} = 35^{\circ}\text{C}$   
 $U.R. = 50\%$   
 $U.A. = 18,1\text{g/kg}$

$T_{int} = 25^{\circ}\text{C}$   
 $U.R. = 50\%$   
 $U.A. = 9,92\text{g/kg}$







**C**  **RONAVIRUS** 

Sempre il miglior clima per

# LA TUA SALUTE

SCOPRI I NOSTRI PLUS DI PRODOTTO >

## Zehnder e la salute

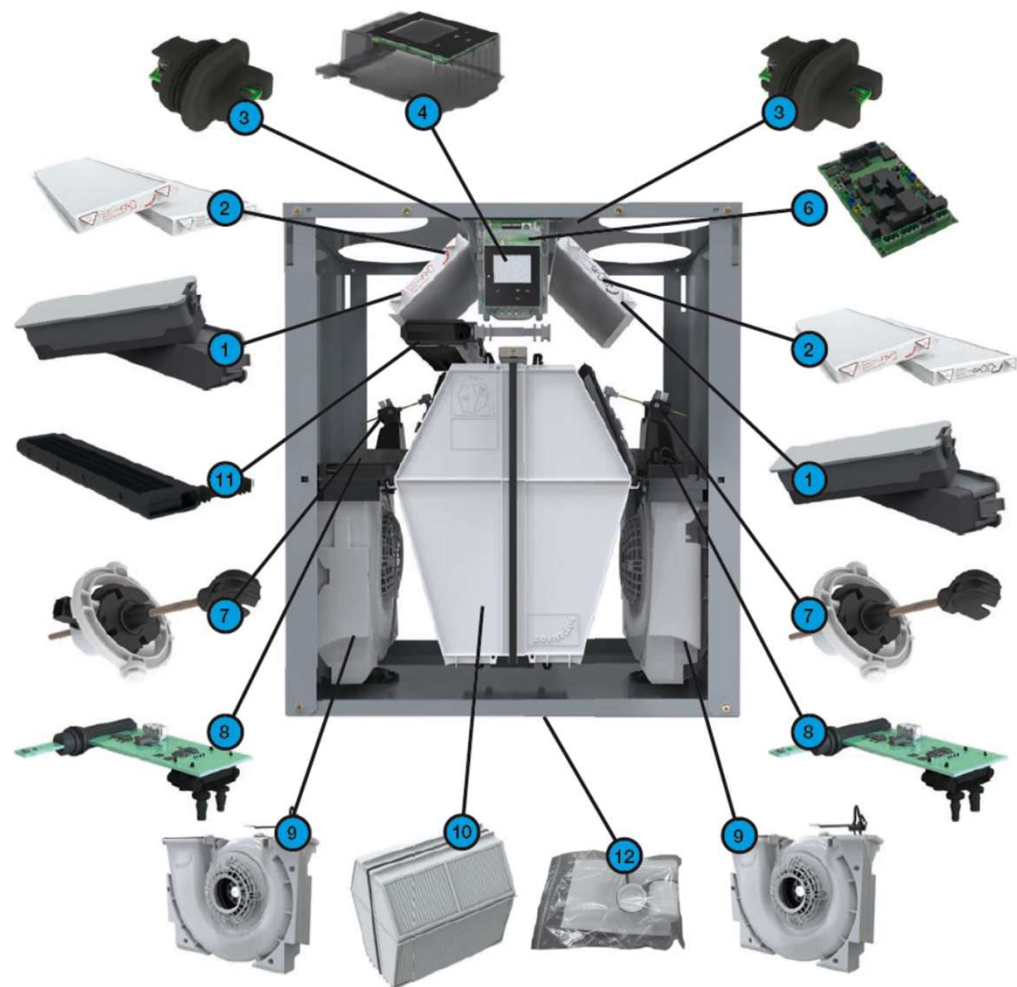
- Le particelle virali COVID 19 hanno un diametro medio di 125 nm
- La nostra membrana è stata testata secondo il protocollo ASTM F-1671: un test di penetrazione virale per indumenti protettivi medici. Le nostre membrane bloccano completamente il trasferimento di contaminanti biologici di dimensioni > 25 nanometri (molto più piccoli dei coronavirus)
- La nostra membrana è a tenuta d'aria e ha due strati che bloccano il passaggio di contaminanti e virus

<https://www.zehnder.it/entalpicovirus-it>



**zehnder**

## Le componenti dell'unità di ventilazione meccanica controllata



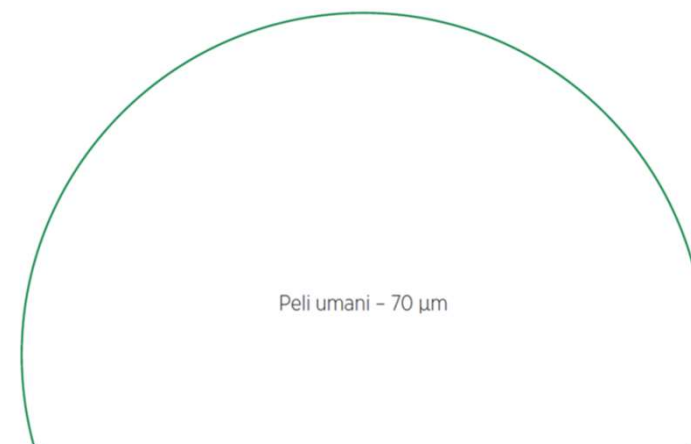
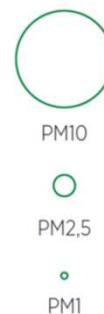
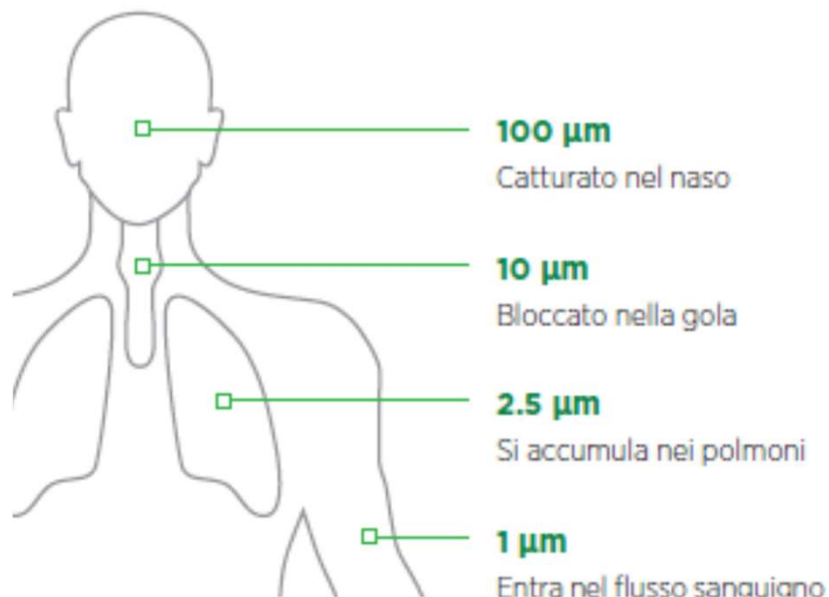
Posizione	Componente
1	Set tappi filtro (2x)
2	Set filtro G4/F7 (1x/1x)
3	Sensore sezione superiore
4	Display
6	Scheda madre
7	Attuatore del bypass modulante
8	Sensore sezione centrale
9	Ventilatore
10	Scambiatore di calore Scambiatore entalpico
11	Preriscaldatore
12	Set scarico



# La filtrazione: EN 779 VS UNI EN ISO 16890

Class	ISO ePM1	ISO ePM2.5	ISO ePM10	ISO Coarse
G3	-	-	-	> 80
G4	-	-	-	> 90%
M5	-	-	> 50%	-
M6	-	50 - 65%	> 60%	-
F7	50 - 65 %	65 - 80%	> 85%	-
F8	65 - 80 %	> 80 %	> 90%	-
F9	> 80 %	> 95 %	> 95%	-

$$ePM = \frac{\text{PM trattenuto}}{\text{PM fornito al filtro}}$$



# Diametri delle particelle e classificazione UNI EN ISO 16890

## DIAMETRI DELLE PARTICELLE E CLASSIFICAZIONI DEI FILTRI

The diagram illustrates four categories of air particles based on their diameter. From left to right: 1. ISO Coarse (> 10µm) shown as a large, complex brown spherical structure. 2. ISO ePM10 (≤ 10µm) shown as a smaller, yellowish spherical structure. 3. ISO ePM2,5 (≤ 2,5µm) shown as a very small blue spherical structure. 4. ISO ePM1 (≤ 1µm) shown as a tiny black dot. To the right, a human silhouette shows the respiratory system, with the lungs highlighted in blue and yellow, indicating the penetration of different particle sizes.

Classification	Diameter	Examples
ISO Coarse	> 10µm	Sabbia, lanugine, semi volanti, pelucchi ecc.
ISO ePM10	≤ 10µm	Pollini, polvere minerale, polvere da agricoltura ecc.
ISO ePM2,5	≤ 2,5µm	Batteri, spore di funghi e muffe, pollini, polvere di toner ecc.
ISO ePM1	≤ 1µm	Virus, batteri, nanoparticelle, fuliggine, sale marino, nebbia d'olio ecc.

Diametro di un pelo umano: ~70 µm

Diametri delle particelle e classificazione dei filtri in base alla nuova norma ISO 16890 sui filtri dell'aria

Youtube – ricerca: «Zehnder ISO 16890»

<https://www.youtube.com/watch?v=zBB72Wf7bvk>



# Tutto ciò che resta sul filtro non finisce nei nostri polmoni

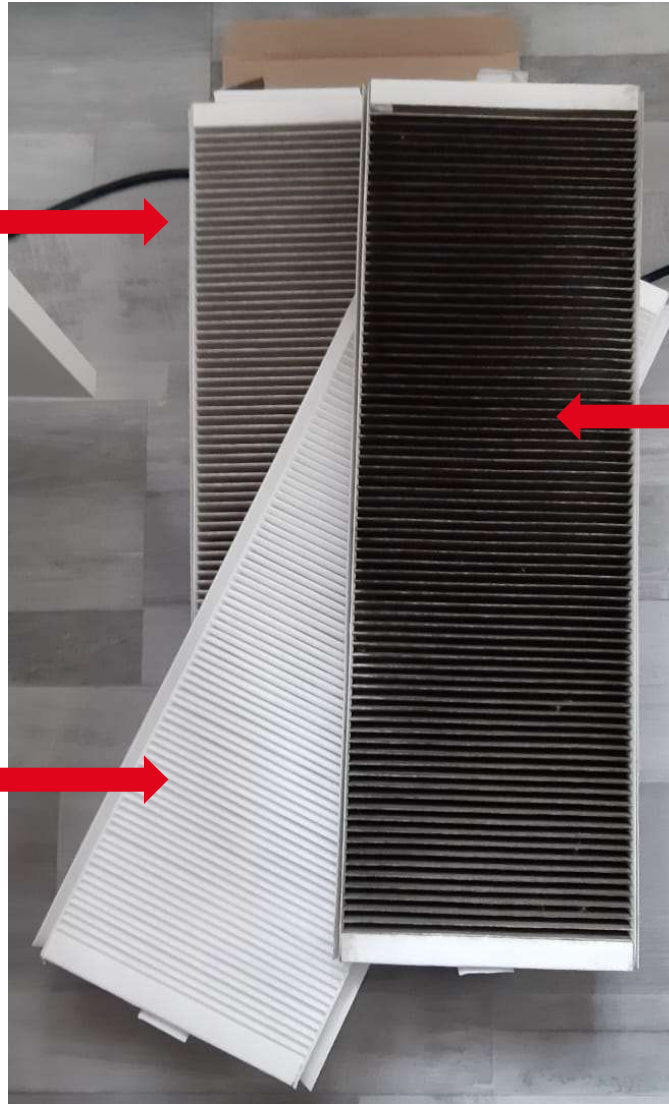
Filtro di ripresa 180 giorni  
(ISO Coarse /G4)



Filtro di aria esterna  
180 giorni  
(ISO Coarse /G4)



Filtro nuovo  
(ISO Coarse /G4)



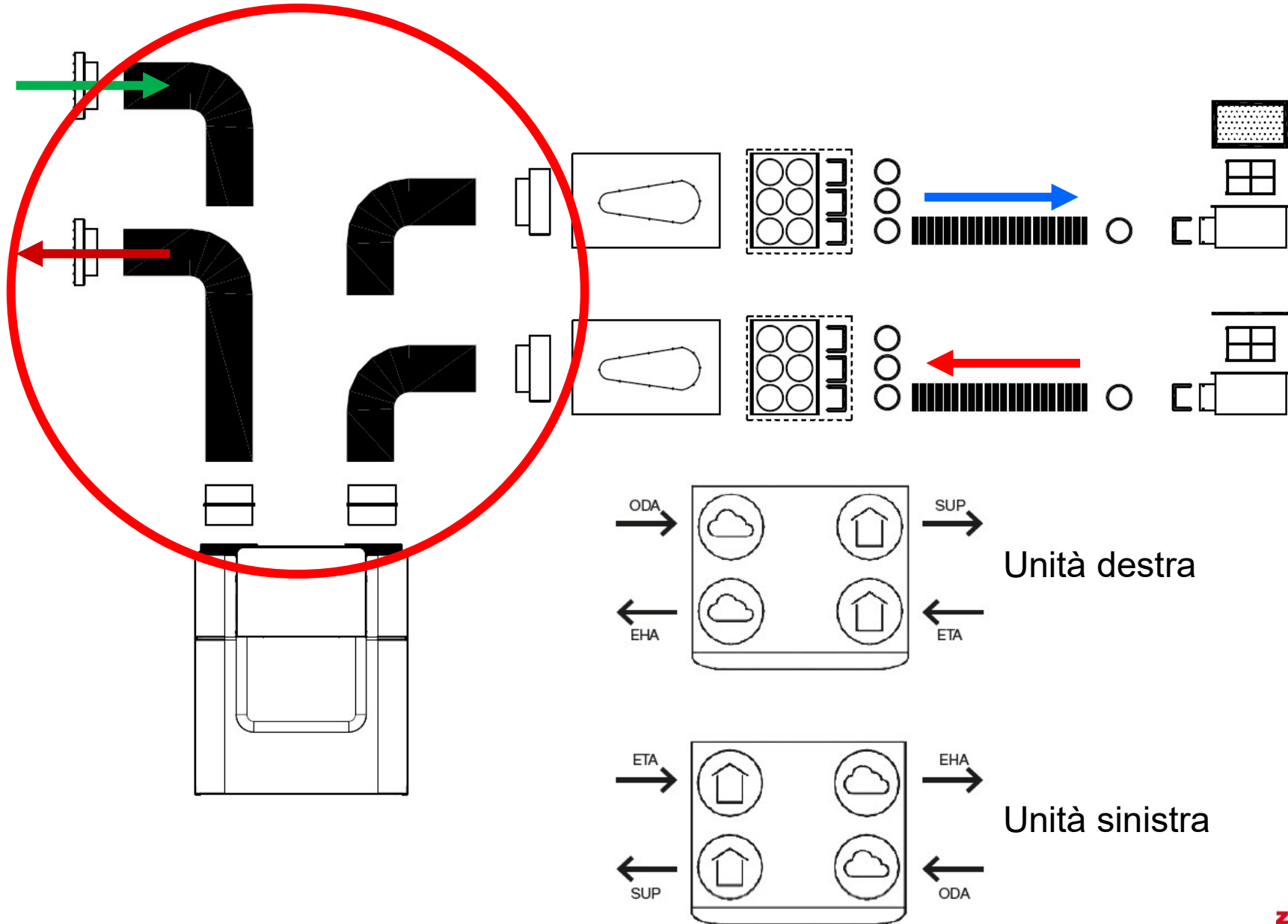
# Tutto ciò che resta sul filtro non finisce nei nostri polmoni



Come è fatto un impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore?



# Layout impianto di ventilazione meccanica controllata



# Preso aria esterna ed espulsione

Impianto di ventilazione meccanica controllata centralizzata



# Tubazioni di centrale

Flessibile non isolata e isolata



Rigida, ComfoPipe Compact, spessore 15 mm

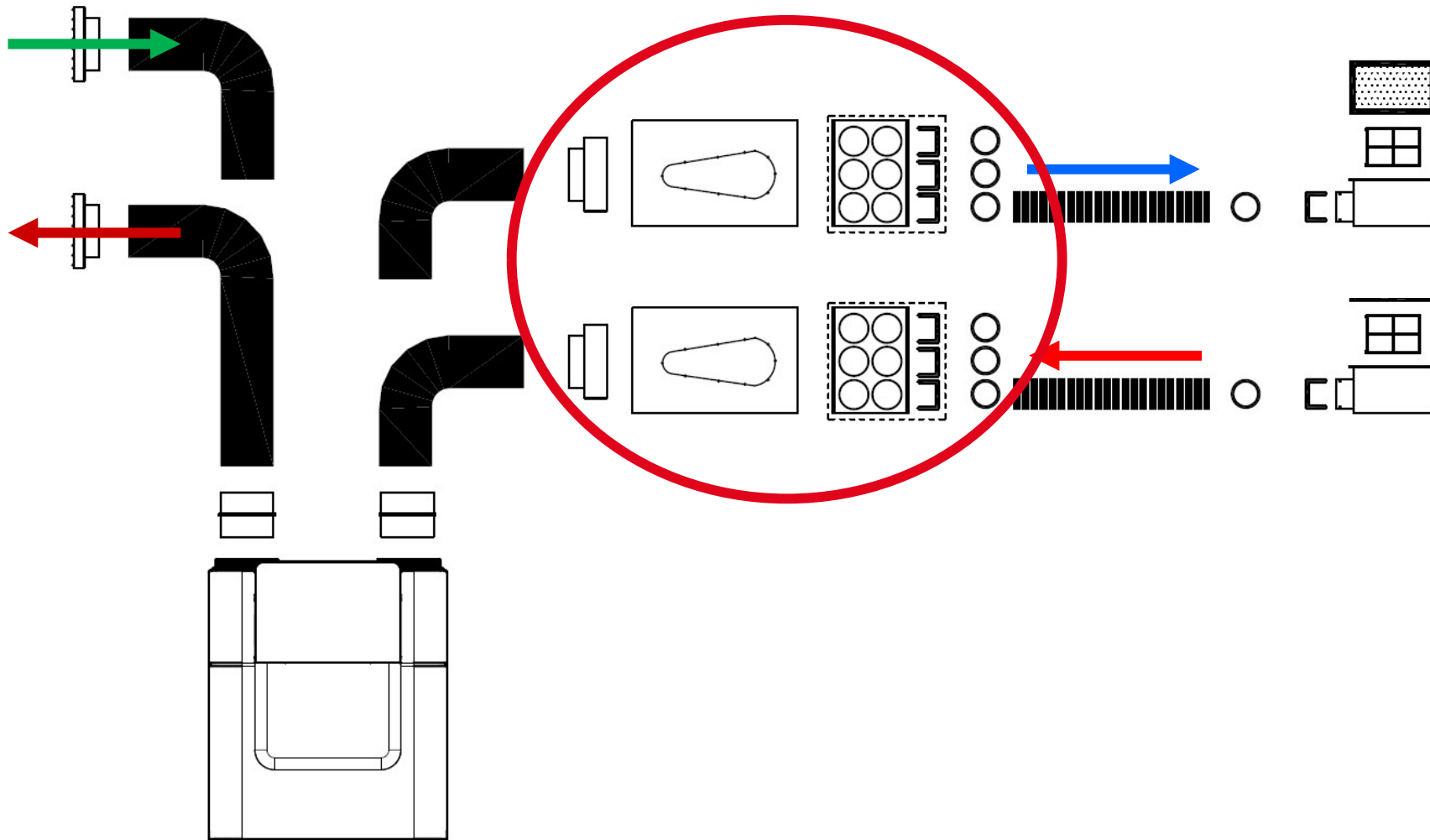


Rigida, ComfoPipe Plus, spessore 43 mm



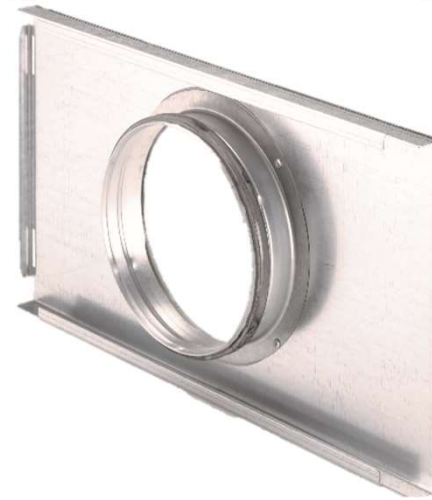
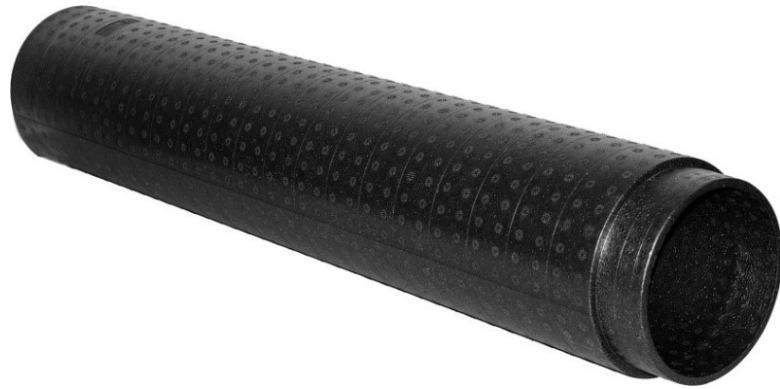


# Layout impianto di ventilazione meccanica controllata



## ComfoWell – silenziatore / distributore

Alla tubazione di centrale ComfoTube viene collegata la Piastra Flangia...



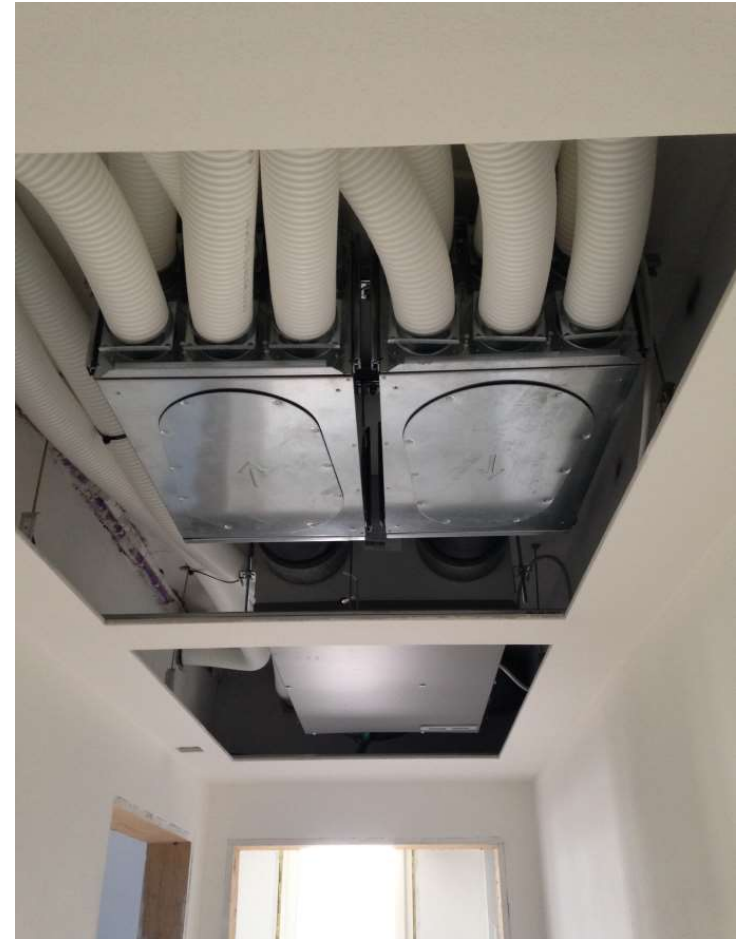
...il ComfoWell, la piastra di collegamento ComfoTube e il ComfoTube



# ComfoWell – silenziatore / distributore

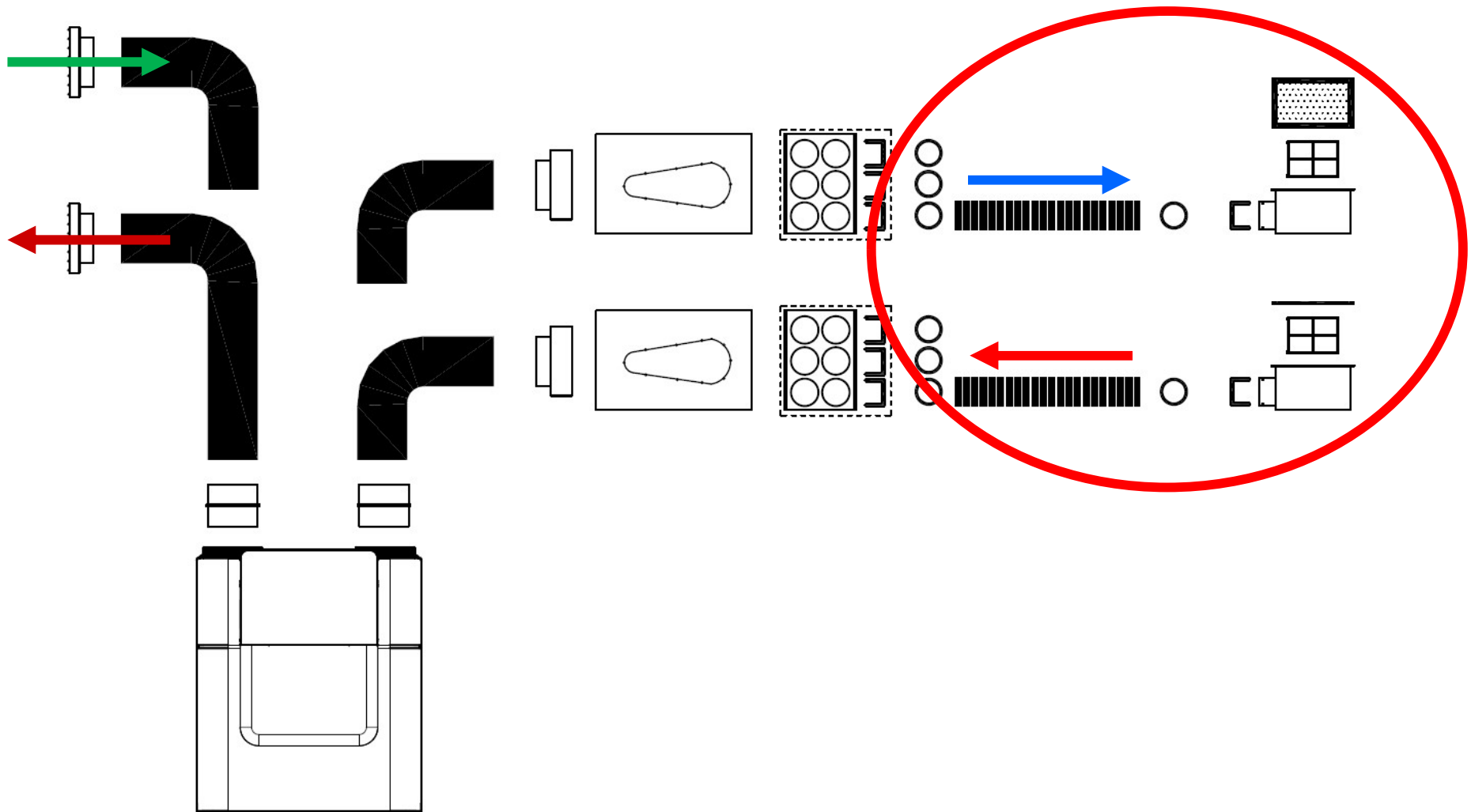


## ComfoWell – silenziatore /distributore



Attenzione!  
Unità e ComfoWell  
devono essere lasciati  
accessibili e ispezionabili  
in tutte le loro parti!

# Layout impianto di ventilazione meccanica controllata



# ComfoTube DN 75 – DN 90 – Flat51

Le tubazioni devono garantire:

## **IGIENE E SICUREZZA PER LA SALUTE:**

- ✓ Utilizzo di polietilene alimentare PE-HD (evitare PVC)
- ✓ Corrugate fuori e lisce dentro per ridurre l'accumulo di polvere
- ✓ Assoluta impermeabilità a liquidi e gas (o-ring di tenuta)

## **FACILITA' DI POSA E MANUTENZIONE:**

- ✓ Senza raccordi (facile pulizia ed installazione)
- ✓ Direttamente ricopribile con getto di calcestruzzo ed interrabile
- ✓ Estremamente flessibili: minimo raggio di piegatura pari al  $\emptyset$  della tubazione
- ✓ Peso estremamente contenuto

## **PRESTAZIONI OTTIMALI:**

- ✓ Corrugate fuori e lisce dentro: perdite di carico estremamente contenute
- ✓ Stabilità meccanica (resistenza allo schiacciamento  $> 8 \text{ kN/m}^2$ )
- ✓ Assoluta assenza di corrosione

# ComfoTube DN 75 – DN 90 – Flat51



# ComfoTube DN 75 – DN 90 – Flat51



zehnder



## Novità! ComfoTube DN90 e Flat 51 isolati



Tutte le caratteristiche (igienicità, flessibilità, resistenza)  
delle tubazioni ComfoTube DN90 e Flat 51  
+ 9 mm di gomma cellulare elastica  
 $\lambda=0,033 \text{ W/(mK)}$

+ tutti gli accessori isolati

Isolamento termico + anticondensa



# Bocchette e griglie

Ogni bocchetta è dotata di filtro e di griglia

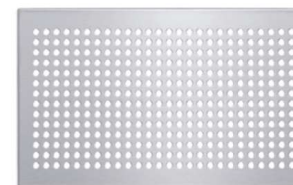
## CLD-K



+



+



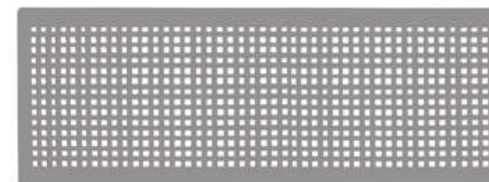
## CLD multipla



+



+



## CLRF oppure TVA-K



+



+

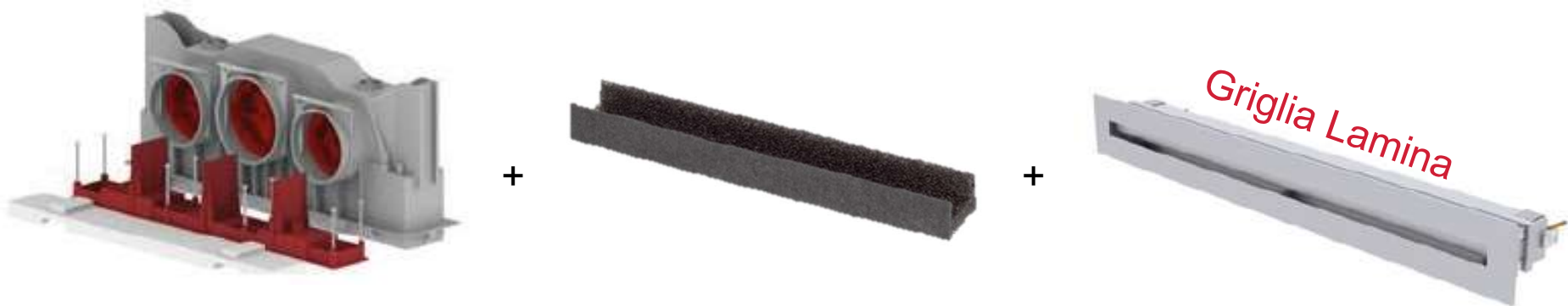


hnder

# Bocchette e griglie

Ogni bocchetta è dotata di filtro e di griglia

## Bocchetta CSB

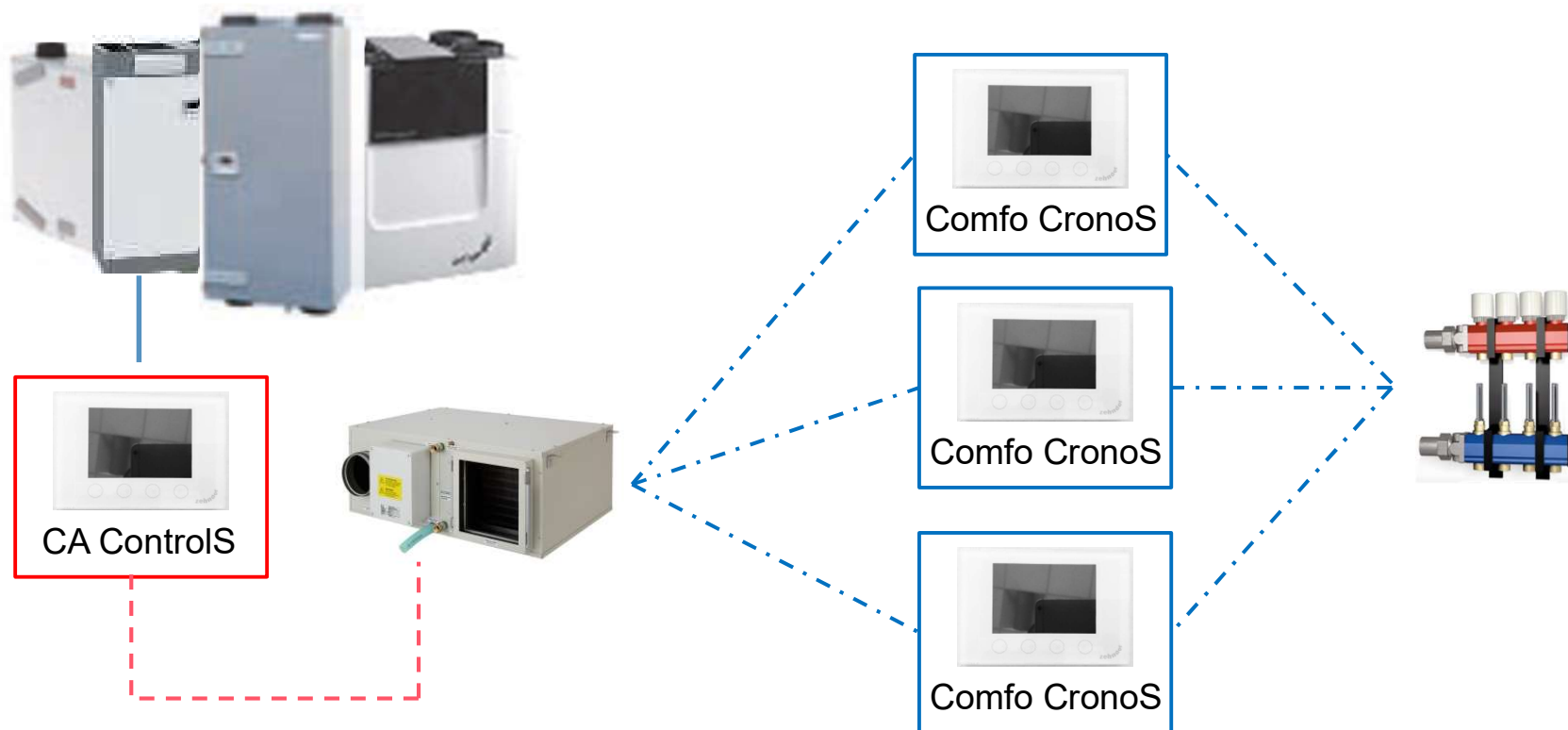


## Bocchetta e griglie Renoventil



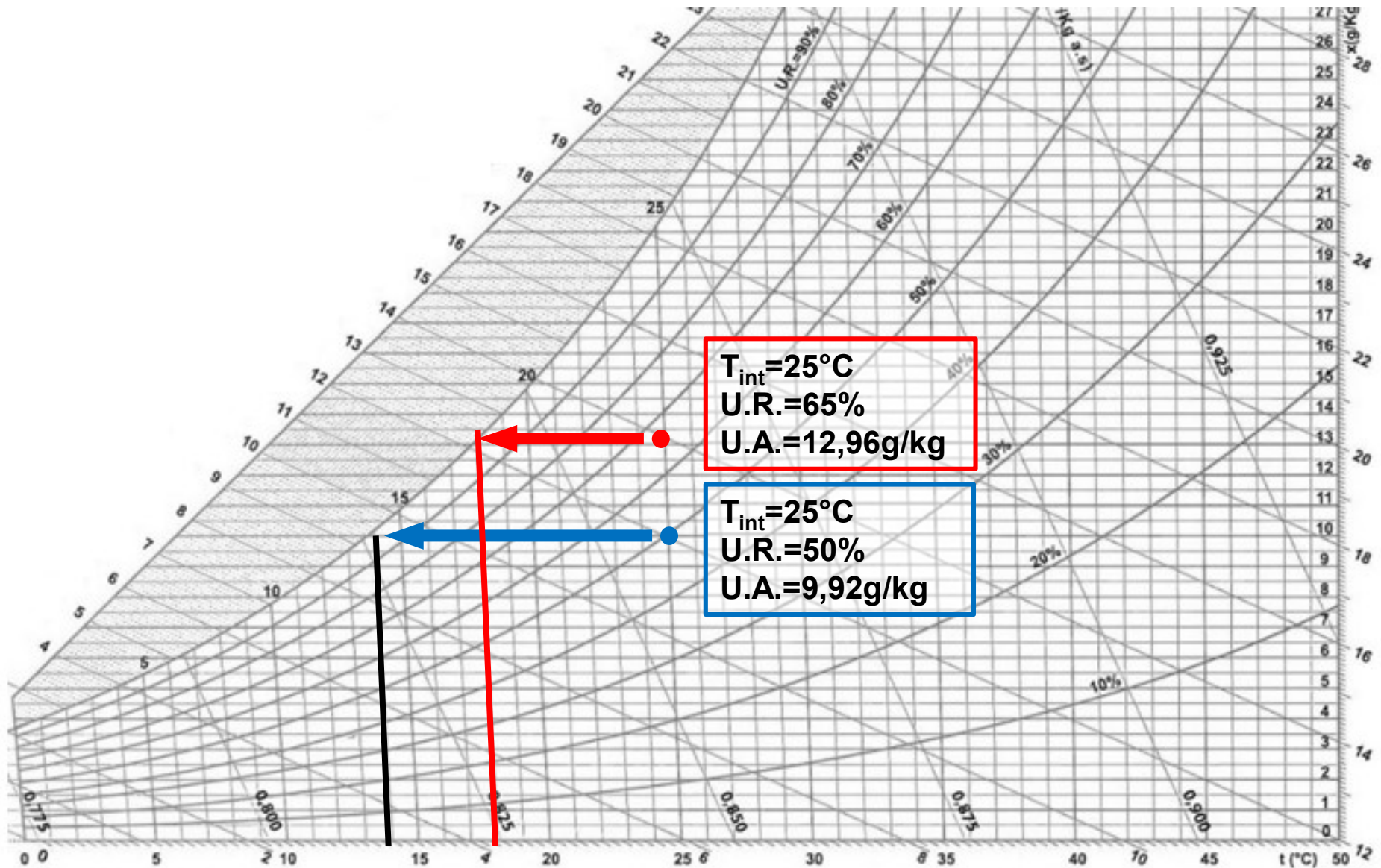
**zehnder**

## La ventilazione si fa climatica: deumidificazione e radiante



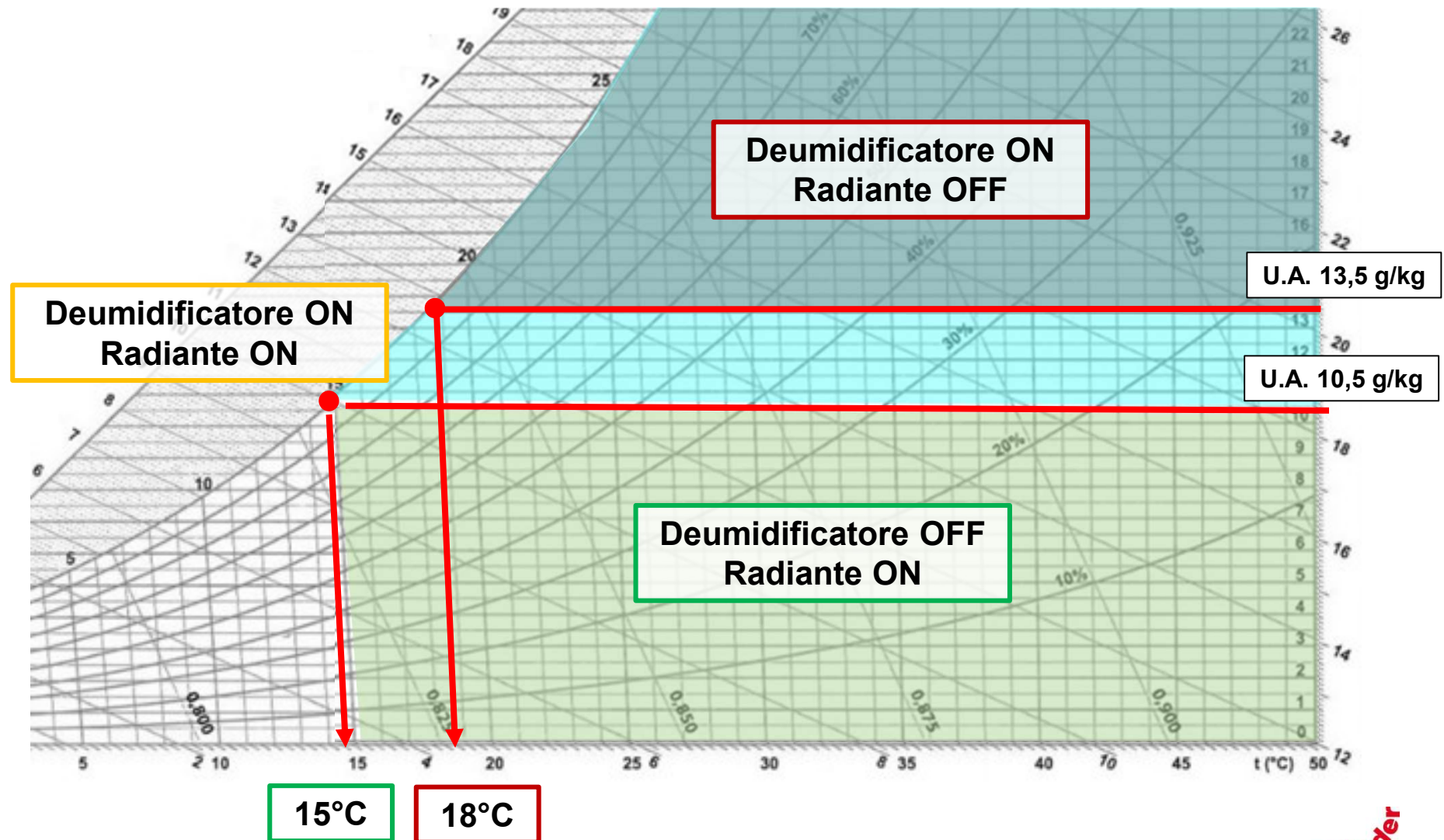
- Un ComfoCronoS per ogni ambiente/zona
- Alimentazione 0-12V
- In fase di primo avviamento si configura il funzionamento invernale/invernale ed estivo/solo estivo
- Si consiglia in funzionamento solo invernale per i servizi igienici

# Perché dobbiamo deumidificare?

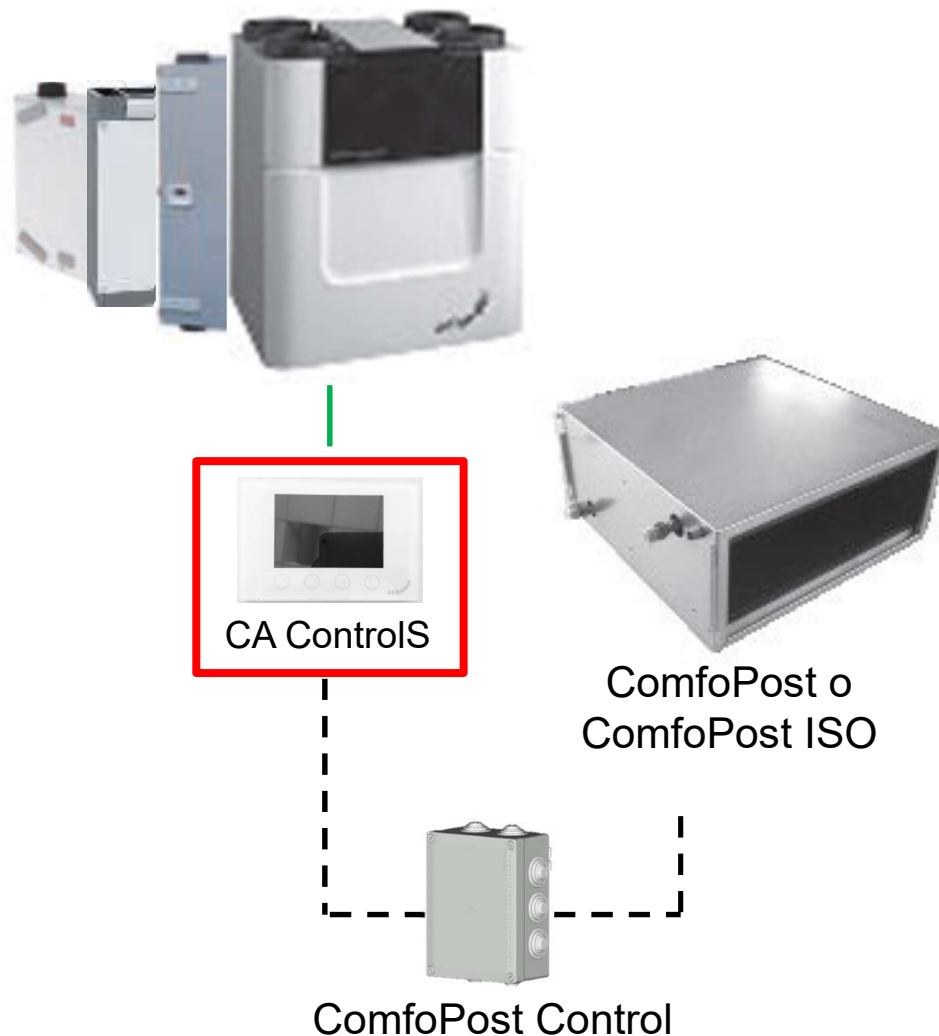


# Controllo dell'umidità interna: logica di funzionamento

Principio di funzionamento in base all'umidità assoluta dell'aria



## La ventilazione si fa **CLIMATICA**



Temperature acqua 45 - 40 °C  
→ **5,54 kW**

Temperature acqua 7 - 12 °C  
→ **3,82 kW**

La batteria di post-trattamento ComfoPost è alimentata con acqua alla temperatura di **45°C per il riscaldamento** e alla temperatura di **7°C per raffreddare e deumidificare** il flusso di aria immesso in ambiente.

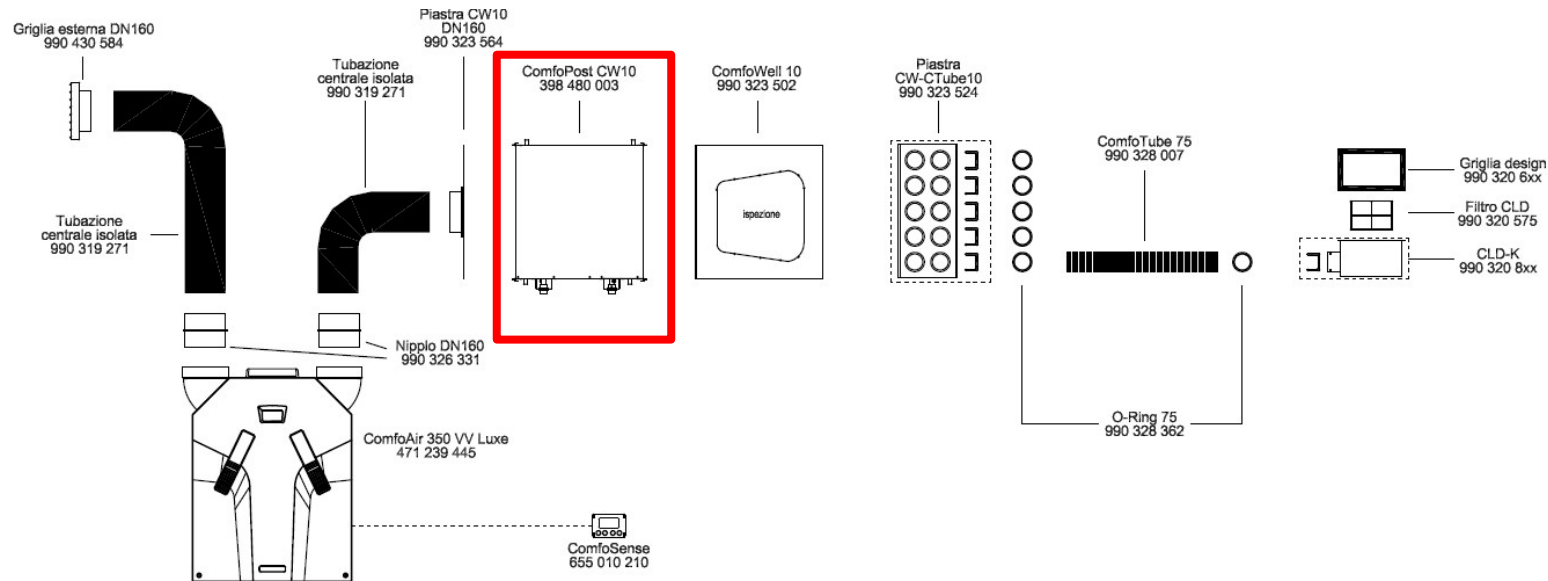
**CA Controls:** 1 ogni recuperatore di calore

# La ventilazione si fa **CLIMATICA** con ComfoPost



- Temperature acqua 45 - 40 °C → 5,54 kW
- Temperature acqua 7 - 12 °C → 3,82 kW

La batteria di post-trattamento ComfoPost è alimentata con acqua alla temperatura di 45°C per il riscaldamento ed alla temperatura di 7°C per raffrescare e deumidificare il flusso di aria immesso in ambiente.







**Ing. Francesco Petrelli**  
Associazione Energy Managers

**Applicazione della VMC in ambito residenziale:  
nuova costruzione e riqualificazione energetica**



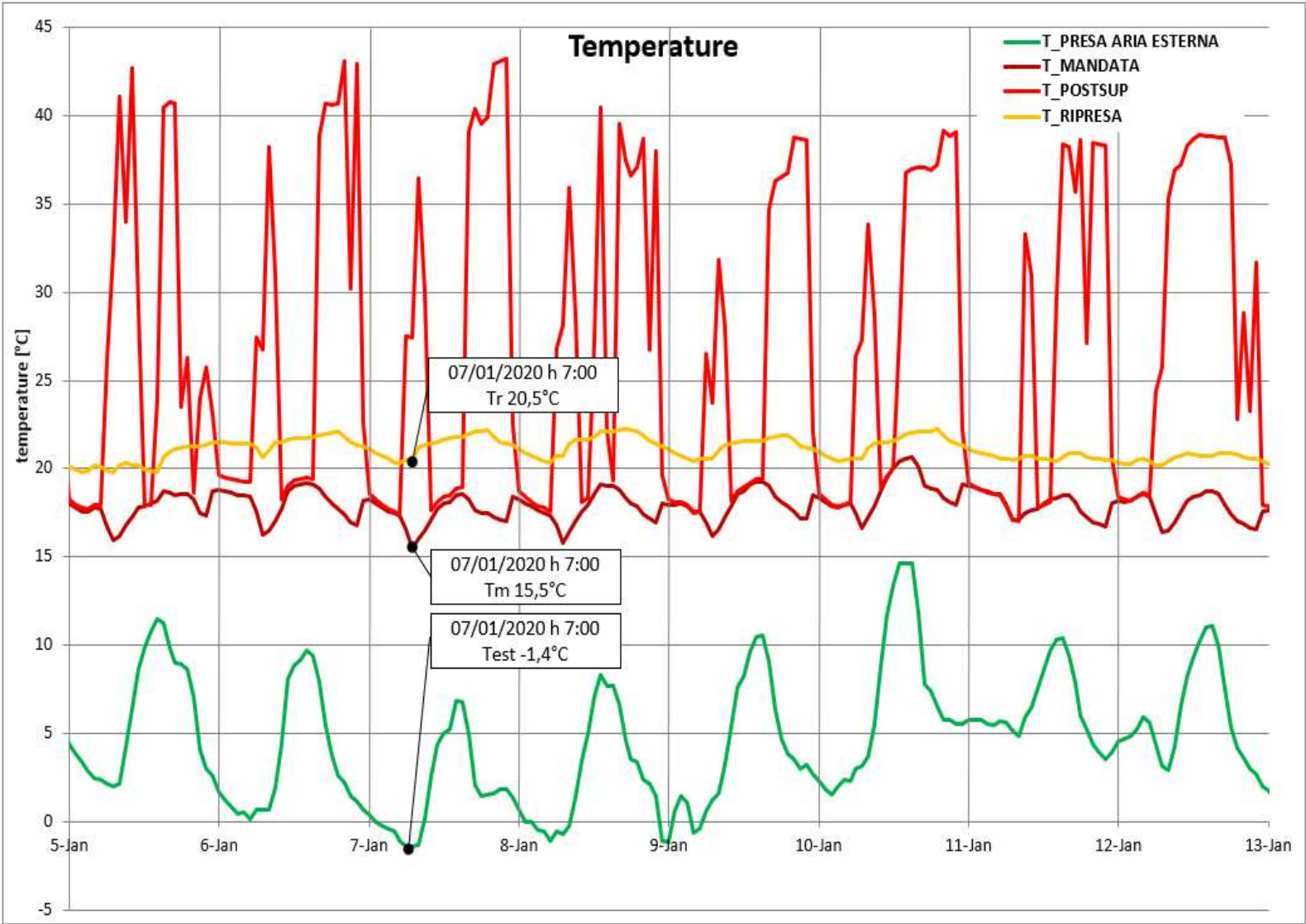
**Arch. Antonella Perrone**  
Associazione Spazi Aperti

**Strutture anticovidby design.**  
**La scuola di San Donato di Lecce**

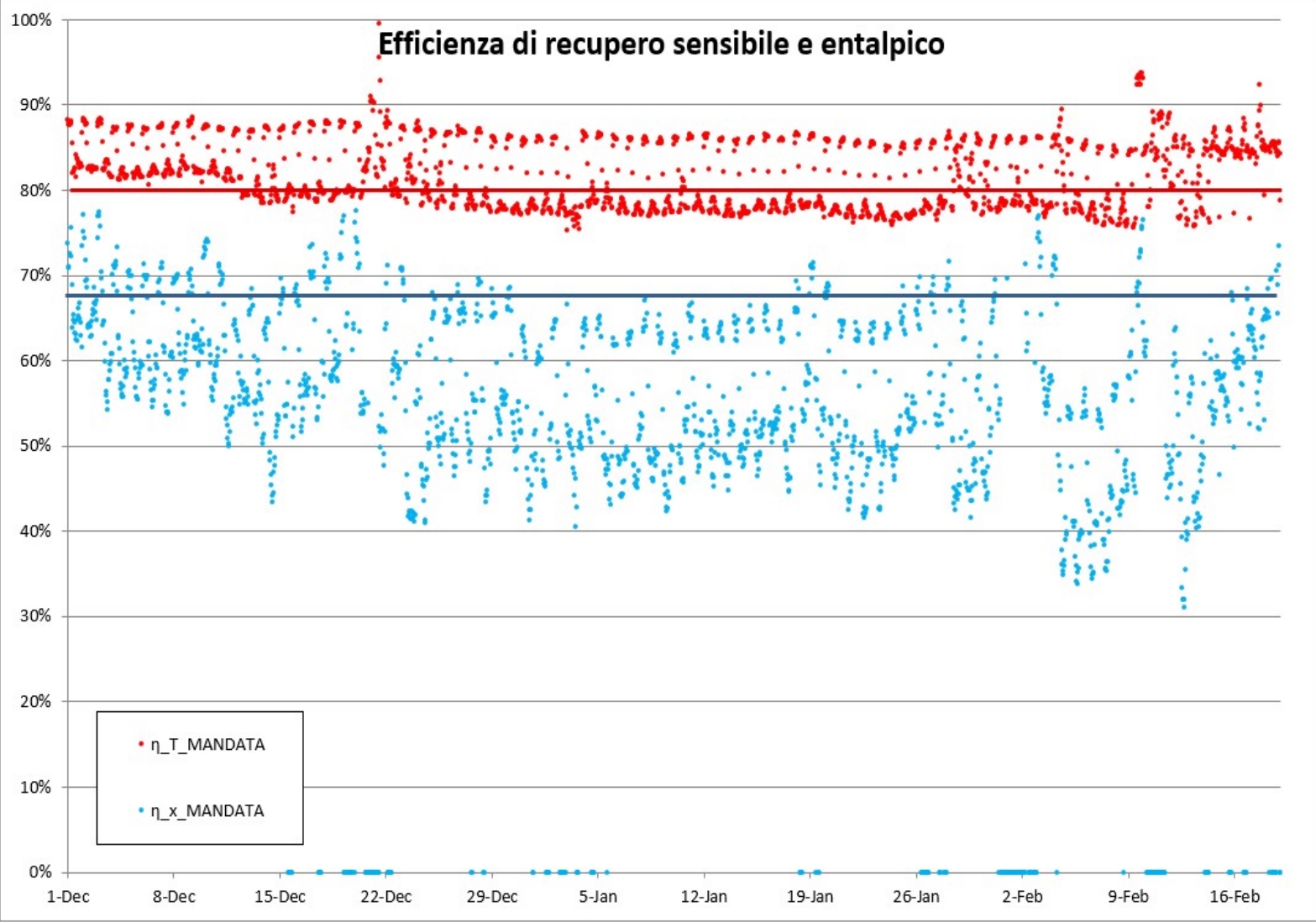
# Monitoraggio di un impianto di ventilazione climatica



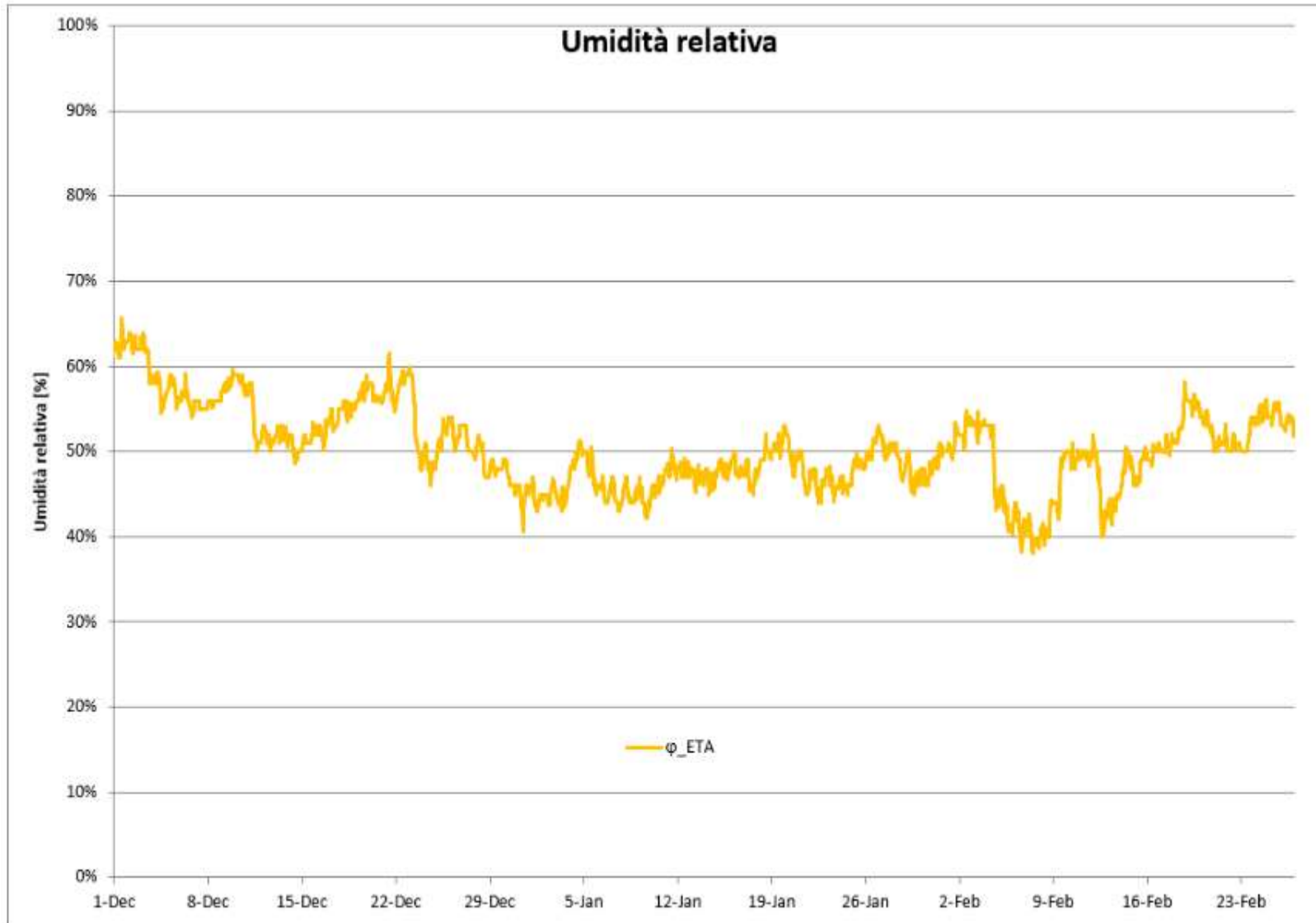
# La settimana più fredda dell'anno



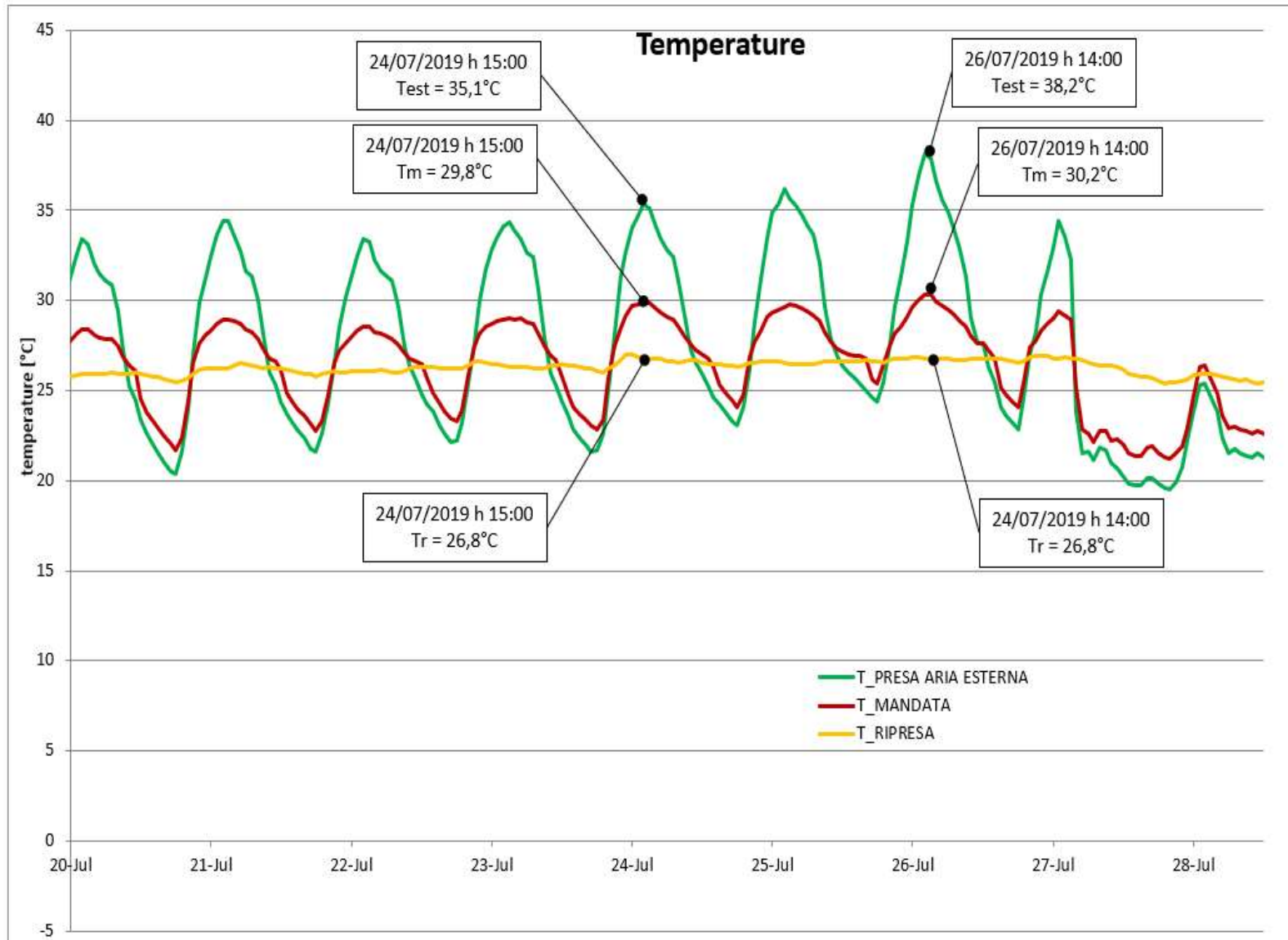
# L'efficienza di recupero sensibile ed entalpica



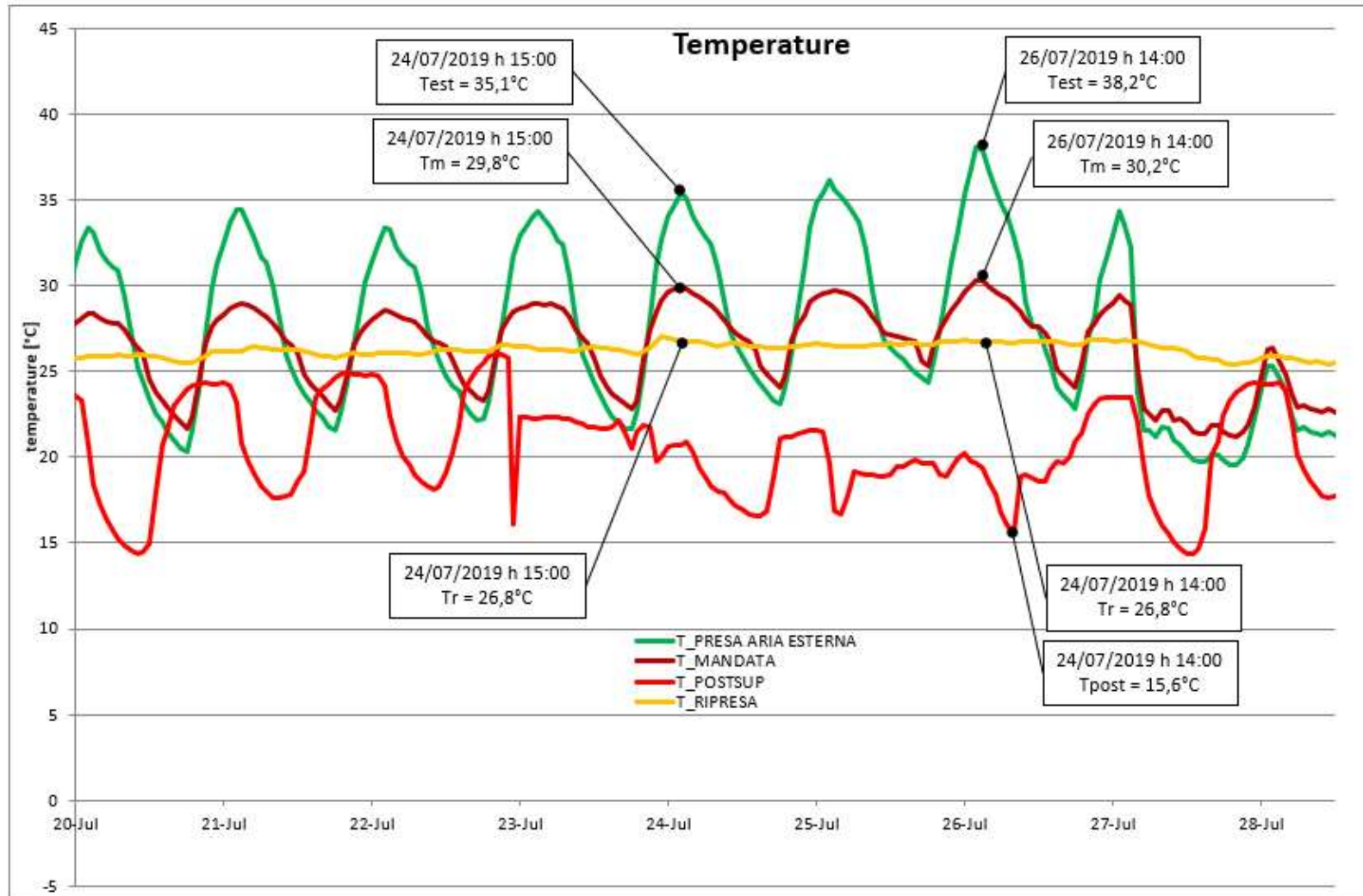
# L'umidità interna durante l'inverno



# La settimana più calda dell'anno

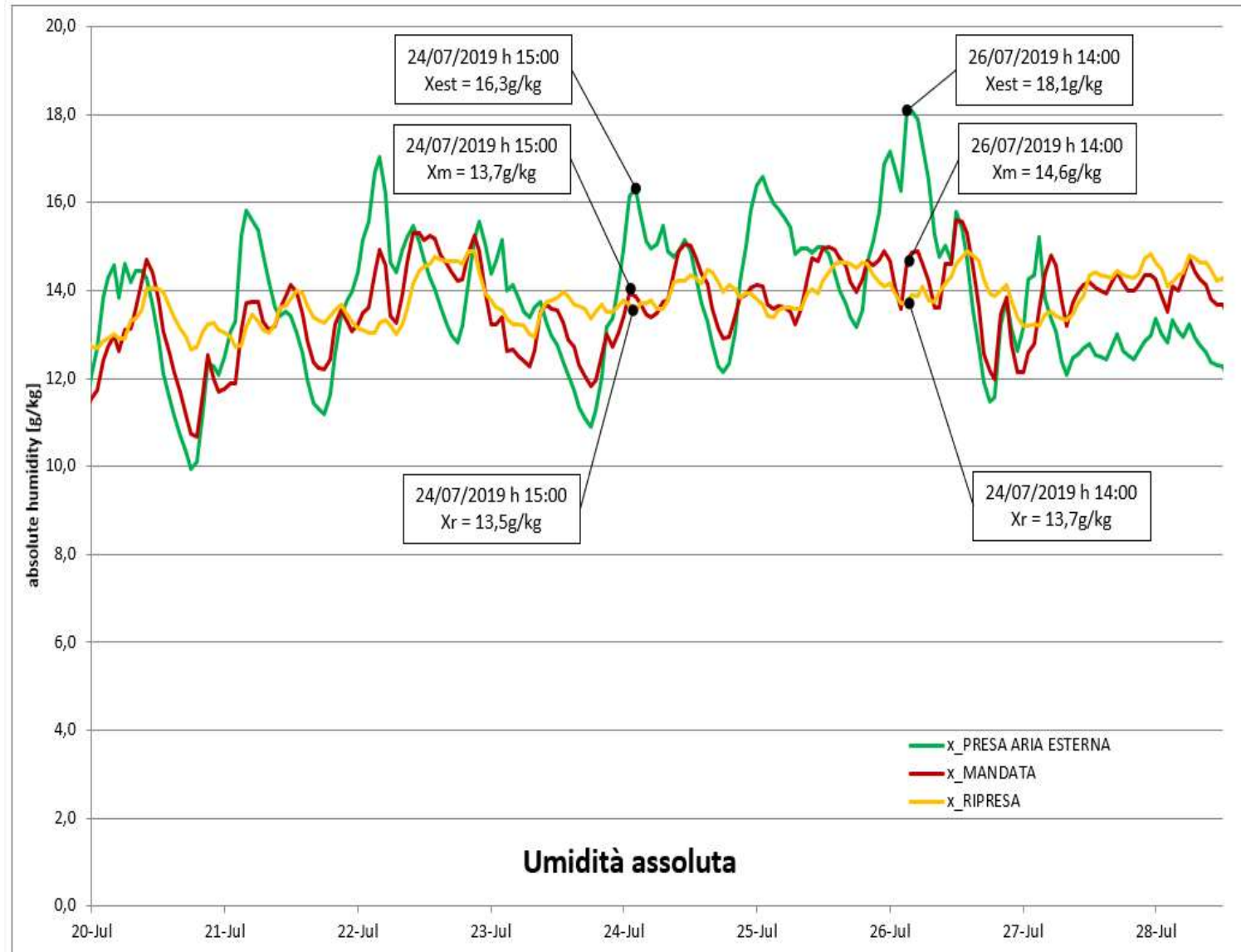


# La settimana più calda dell'anno

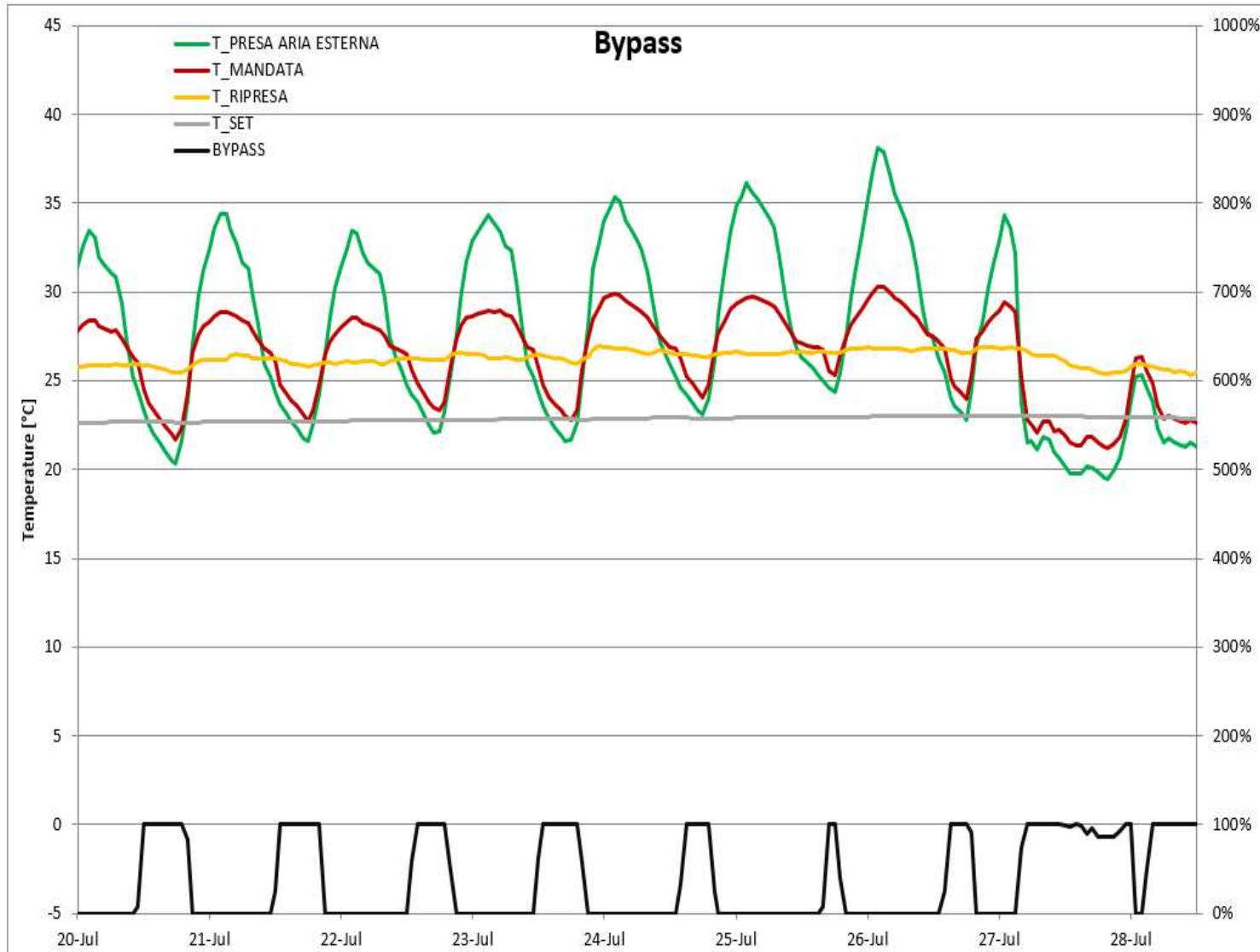




# La settimana più calda dell'anno: umidità assoluta



# La settimana più calda dell'anno: il bypass







**Zehnder Group Italia SRL** Via XXV Luglio,6  
41011 Campogalliano MO  
Italy  
T +39 059 978 62 00  
F +39 059 978 62 01  
[info@zehnder.it](mailto:info@zehnder.it)

[stefania.garuti@zehndergroup.com](mailto:stefania.garuti@zehndergroup.com)

[mara.margutti@zehndergroup.com](mailto:mara.margutti@zehndergroup.com)

**zehnder**